



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA CÁMARA DE SECADO Y MADURACIÓN DE
EMBUTIDOS EN LA PLANTA DE CÁRNICOS DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS PECUARIAS”**

TRABAJO DE TITULACIÓN
Previa a la obtención del título de
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR:

CRISTHIAN FERNANDO CASTILLO RUIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2016

El trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

Ing MC. Javier Mendoza
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Ing. M.C. Ivan Patricio Salgado Tello.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. M.C. Paulina Maribel Abraján Velasco
ASESORA DEL TRABAJO DE TITULACION.

Riobamba, 29 de Noviembre del 2016

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Cristhian Fernando Castillo Ruiz, con cedula de identidad número 060402993-4, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos que constan en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Cristhian Fernando Castillo Ruiz,
CI: 060402993-4

Riobamba, 29 de Noviembre del 2016

DEDICATORIA

A Dios y a la virgen María.

A mis padres y hermanos por haber sido mi fortaleza y por ser el pilar fundamental en el caminar y aprendizaje de mi vida, además del apoyo y confianza constante brindado a lo largo de mi carrera universitaria.

Cristian Castillo

AGRADECIMIENTO

A la Carrera de Industrias Pecuarias, y a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por haberme formado con los conocimientos y permitirme cumplir una de mis metas más anheladas.

A mis compañeros y amigos Katherine, Rodrigo, Jorge, Miguel, personas que me han acompañado y apoyado durante el largo camino de vida estudiantil.

A la Asociación de Estudiantes de la Carrera de Industrias Pecuarias y al Movimiento “Politécnicos Libres Utilizados Jamás”, quienes se convirtieron en pilar fundamental de mi formación.

Cristian Castillo

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. INTRODUCCIÓN AL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS	3
1. <u>Deterioro de los alimentos y vida útil</u>	3
2. <u>Factores que influyen la vida útil de los alimentos</u>	4
a. Materia prima	4
b. Formulación del producto	5
c. Proceso que se aplica	5
d. Condiciones sanitarias del proceso	6
e. Envasado	6
f. Almacenamiento y distribución	6
g. Prácticas de los consumidores	6
3. <u>Conservación de alimento</u>	7
4. <u>Métodos de conservación a altas temperaturas</u>	8
a. Cocción	8
b. Horneado	9
c. Tostado	9
d. Cocción a la parrilla	9
e. Cocción a la brasa	9
f. Cocción por ebullición (100°C) o hervido	10
g. Escaldado en agua hirviendo	11
h. Escaldado al vapor	11
i. Escaldado con vapor a presión	11
j. Cocción por radiación	12
k. Pasteurización	12
5. <u>Procesos básicos del secado</u>	13
a. Actividad del agua	13
b. Difusión de la humedad	13

c.	Curvas de velocidad de secado	14
6.	<u>Sistemas de deshidratación</u>	14
a.	Secaderos de bandeja o de armario	14
b.	Secaderos de túnel	15
c.	Secado por explosión	15
d.	Secaderos de lecho fluidificado	16
e.	Secado por atomización	17
f.	Secado por liofilización	17
g.	Secado natural o al sol	18
h.	Secado forzado	18
7.	<u>Maduración</u>	18
a.	Proceso de maduración	18
b.	Maduración y curado de carnes	19
c.	Maduración y curación de embutido	19
d.	Maduración de frutas	20
e.	Maduración y curación de quesos	20
C.	CARNE	21
1.	<u>Estructura, componentes y partes aprovechables</u>	21
2.	<u>Características de almacenamiento</u>	24
D.	CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS	24
1.	<u>Introducción</u>	24
2.	<u>Generalidades</u>	26
3.	<u>Conservación Térmica</u>	27
4.	<u>Procesos térmicos</u>	28
a.	Procesos de transferencia de calor	28
b.	Procesos de transferencia de materia	28
5.	<u>Transferencia de calor</u>	29
a.	Calentamiento	29
b.	Vaporización (Ebullición)	30
c.	Condensación	30
E.	SALAMI	30
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	32
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	32

B. UNIDADES EXPERIMENTALES	32
C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES	33
1. <u>Materiales</u>	33
2. <u>Equipo</u>	33
3. <u>Instalaciones</u>	34
D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	34
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	34
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	35
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	35
1. <u>Selección de la cámara de secado y maduración de embutidos</u>	35
2. <u>Instalación del equipo</u>	36
3. <u>Proceso piloto de secado y curado de salame</u>	37
4. <u>Descripción del proceso para la elaboración de salami como prueba piloto</u>	37
a. Recepción de la materia prima	37
b. Formulación	38
c. Preparación de la carne y la grasa	38
d. Producción de la mezcla	39
e. Producción de la mezcla	39
f. Fermentación	39
g. Secado y Maduración	40
h. Análisis de los resultados	40
G. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	40
1. <u>Curvas de secado</u>	40
2. <u>Determinación humedad</u>	41
3. <u>Determinación del contenido de cenizas</u>	42
4. <u>Determinación de lípidos</u>	42
5. <u>Determinación de proteína</u>	43
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	44
A. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE OPERACIÓN DEL EQUIPO	44
1. <u>Pérdida de peso y humedad de las muestras</u>	44
2. <u>Determinación de la velocidad de secado</u>	49

3.	<u>Contenido de ceniza</u>	54
4.	<u>Contenido de proteína</u>	55
5.	<u>Contenido de lípidos</u>	59
B.	MANUAL DE OPERACIÓN DEL EQUIPO	62
1.	<u>Especificaciones del equipo</u>	62
2.	<u>Puesta en operación del equipo</u>	62
3.	<u>Limpieza del equipo</u>	63
4.	<u>Instrucciones de seguridad</u>	65
C.	COSTO Y FINANCIAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	66
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	68
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	69
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	70
	ANEXOS	

RESUMEN

En la Planta de Procesamientos Cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la ESPOCH, se realizó la implementación de una cámara de secado y maduración de embutidos. Para evaluar el equipo de maduración se escogió la elaboración de un producto madurado como es el salami, se determinó las propiedades físico-químicas y bromatológicas del producto; de esta manera se conoce el comportamiento del proceso de secado con la que opera el equipo para lo cual se realizó mediciones experimentales como pérdida de humedad y contenidos de lípidos, cenizas y proteínas. En el caso de la humedad se reportó valores para el salami en promedio de 491g y una vez removido la humedad se determinó un peso de 294,3g; para el caso del contenido de lípidos fijó un valor de 18.14%; el contenido de proteína se estableció en un valor de 20.50%; en cuanto al contenido de cenizas se reportó un contenido en promedio de 3.50%. Se realizó un análisis estadístico descriptivo y además mediante un análisis de regresión se obtuvo una fórmula de la cinética de secado correspondiente a este proceso. Este análisis permitió determinar el tiempo óptimo de maduración del salami en este equipo el cual es de 20 días. El madurado del salami por flujo de aire es recomendable para su conservación y adquisición de características organolépticas propias del producto.

ABSTRACT

At the Meat Processing Plant of the Livestock Science Faculty at ESPOCH, the implementation of a drying and maturation chamber for sausages was carried out, In order to evaluate thematuration equipment, we chose the elaboration of a mature product such as salami, the physicochemical properties were determined and bromatological of the product; in this war the behavior of the drying process with which the equipment is operated for this reason experimentalmeasurements were made as loss of humidity and content of lipids, ashes and proteins. In the case of humidity values for salami were reporte don average of 491g and once the humidity was removed, it was determined witha weight of 294.3g; for the case of the lipid contents we gave a value of 18.14%; the protein content was set at a value of 20.50%; on the other hand the ash contents were reported with an average content of 3.50%, A descriptive statical analysis was performed and also by means of a regression analysis a formula of drying kinetics correspondingto this process was obtained. This analysis allowed determining the optimal maturation time of the salami in this equipment which is of 20 days, The maturation of salami by air flow is recommended for its conservation and acquisition of organoleptic characteristics of the product.

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA MEDIA DE LA CARNE MAGRA.	22
2.	VIDA ÚTIL DE ALMACENAMIENTO DE TEJIDOS VEGETALES Y ANIMALES	26
3.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA	32
4.	RESULTADO DEL PESAJE LAS MUESTRAS DE ALIMENTO REPRESENTATIVO (SALAME) PROCESADO EN LA CÁMARA DE SECADO Y MADURACIÓN FRENTE AL TIEMPO DE SECADO	45
5.	CANTIDAD DE HUMEDAD REMOVIDA EN LAS MUESTRAS DEL ALIMENTO REPRESENTATIVO FRENTE AL TIEMPO DE SECADO UTILIZANDO LA CÁMARA DE SECADO Y MADURACIÓN.	48
6.	DATOS REPORTADOS DE LA VELOCIDAD DE SECADO DE LAS MUESTRAS DE ALIMENTO REPRESENTATIVOS (SALAME) FRENTE AL TIEMPO DE SECADO.	50
7.	DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE SECADO FRENTE AL TIEMPO DE SECADO DE LAS MUESTRAS DE SALAME PROCESADAS EN LA CÁMARA DE SECADO Y MADURACIÓN.	52
8.	RESULTADO DE LA VALORACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZA REALIZADO A LAS MUESTRAS DE SALAME PROCESADAS EN LA CÁMARA DE SECADO Y MADURACIÓN.	54
9.	RESULTADO DE LA VALORACIÓN DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA REALIZADO A LAS MUESTRAS DE SALAME PROCESADAS EN LA CÁMARA DE SECADO Y MADURACIÓN.	57
10.	RESULTADO DE LA VALORACIÓN DEL CONTENIDO DE LÍPIDOS REALIZADO A LAS MUESTRAS DE SALAME PROCESADAS EN LA CÁMARA DE SECADO Y MADURACIÓN.	59
11.	DETALLE DE LOS COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA CÁMARA DE SECADO Y MADURACIÓN.	67

LISTA DE GRÁFICOS

N°		Pág.
1.	Porcentaje de humedad removido de las muestras de salame procesadas en la cámara de secado y maduración frente al tiempo de secado.	46
2.	Velocidad de secado de las muestras de alimento representativos (salame) frente al tiempo de secado.	51
3.	Comparación del contenido de ceniza con el valor establecido en la normativa establecida por el MINISTERIO DE SALUD DEL PERÚ para la calidad de Salame.	55
4.	Comparación del contenido de proteína con el valor establecido en la normativa NTE INEM 781 para la calidad de Salame.	58
5.	Comparación del contenido de grasa con el valor establecido en la normativa NMX-F-142-1970 para la calidad de Salame.	61

LISTA DE ANEXOS

N°

1. Descripción de los componentes del equipo.
2. Esquema del panel de control.
3. Descripción de los materiales utilizados en la construcción del equipo.
4. Trabajo de campo.

I. INTRODUCCIÓN

La aplicación de procesos de transformación a los alimentos para mejorar sus condiciones funcionales y nutricionales es una práctica que ha sido ampliamente utilizada, especialmente porque surge la necesidad de procesar los alimentos para evitar su deterioro.

La transformación de la carne se ha realizado desde tiempos remotos con el fin primordial de la conservación por periodos extensos. Convertir la carne en embutidos, ayuda sin duda a la conservación, pero fundamentalmente produce en la carne un sabor exquisito. Procesos de elaboración de embutidos abarca la preparación de una gran cantidad de productos como jamón, chorizo, salame, longaniza, entre otros. En los productos cárnicos crudos los procesos de maduración inducen a los cambios necesarios para estabilizar el producto y obtener propiedades organolépticas específicas y seguridad sanitaria satisfactoria. Es así que la elaboración de embutidos busca la conservación de las carnes a través de ciertos procesos de transformación que se dan a lo largo de la elaboración de estos productos, en los cuales están implicados parámetros de temperatura, humedad relativa y tiempo. En esta también actúa una serie de microorganismos benéficos que ayudan a la obtención de un producto de calidad.

Durante el periodo de secado y maduración se produce la deshidratación del producto, junto con una serie de reacciones bioquímicas producidas por enzimas de origen endógeno y microbiano, que degradan lípidos y proteínas además contribuyen a conferir la textura y el sabor característico.

Los alimentos por su naturaleza requieren tratamientos que controlen la actividad microbiana y enzimática para prevenir el deterioro funcional de los mismos, y poder prolongar la vida útil de los productos para promover su transporte, almacenamiento y distribución. Para lograr cumplir con el mencionado objetivo es necesario disponer de los equipos que permitan el procesamiento de los alimentos bajo condiciones de operación controladas (dispongan de los dispositivos de medición y regulación para poder manipular las variables que rigen el proceso), logrando experimentar con diferentes métodos de secado y

maduración para lograr en primer lugar obtener productos de mejor calidad con un menor consumo energético y de recurso.

Dentro de las practicas se hace fundamental el lograr tener en el laboratorio una cámara de secado y maduración ya que en esta se va a experimentar todos los factores que influyen en esta operación unitaria, logrando realizar este tipo de prácticas en el laboratorio; por lo cual se hace necesario realizar la construcción e implementación de este equipo en la facultad de Ciencias Pecuarias para mejorar los conocimientos ya que no se quedara únicamente en el conocimiento teórico sino que se lograr realizar prácticas para poder completar el conocimiento de esta técnica que es fundamental en la industria y que mejora la calidad de los embutidos. Resulta imperativo la generación de conocimiento para poder aportar con el desarrollo a las industrias que llevan a cabo la elaboración de derivados alimenticios, suministrando herramientas de cálculo y de experiencia que se deriven de los experimentos realizados dentro de los procesos de educación para incrementar la productividad con el mayor aprovechamiento de los recursos posibles.

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Implementar una cámara de secado y maduración de embutidos, en la Planta de Cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias.
- Elaborar una guía de funcionamiento del equipo.
- Construir la cámara de secado y maduración con materiales de alta resistencia a la corrosión y oxidación.
- Evaluar el desempeño de secado y maduración mediante la elaboración de salame semi madurado.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. INTRODUCCIÓN AL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS

García, E (2010), manifiesta que recibe el nombre de proceso el conjunto de actividades u operaciones industriales que tienden a modificar las propiedades de las materias primas, con el fin de obtener productos que sirvan para cubrir las necesidades de la sociedad. Estas modificaciones que se realizan a las materias primas naturales van encaminadas a la obtención de productos que tengan una mayor aceptación en el mercado, o bien que presenten mayores posibilidades de almacenamiento o transporte. El conjunto de necesidades primarias que deben satisfacer al ser humano, individualmente o en sociedad no ha variado excesivamente a lo largo de la historia, pues tanto la alimentación, vestido y vivienda eran necesarios al hombre primitivo como lo son al actual para su supervivencia como individuo.

Incropera, P. & Dewitt, P. (1999), explica que la satisfacción de estas necesidades se lleva a cabo empleando, transformando y consumiendo los medios de los que se dispone en el entorno natural. En un primer nivel, de escaso desarrollo social, eran utilizados los productos naturales directamente, o con sólo unas pequeñas modificaciones físicas artesanales. Este sencillo esquema productivo fue cambiando a medida que se desarrolló la sociedad, de forma que actualmente ya no se utilizan directamente las materias primas para satisfacer las necesidades, sino que éstas son sometidas a transformaciones físicas y químicas, que las cambian en otros productos de propiedades diferentes. De esta forma, no sólo las materias primas son las que cubren las necesidades del consumidor, sino también aquellos productos derivados de la manipulación de dichas materias primas.

1. Deterioro de los alimentos y vida útil

Amv, E. (1994), reporta que la vida útil de un alimento se define como el tiempo finito después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento,

en las que tendrá una pérdida de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas, y sufrirá un cambio en su perfil microbiológico. Una forma en que los consumidores pueden conocer la vida útil del alimento que están adquiriendo, es buscando en la etiqueta del producto la fecha de caducidad o la fecha de consumo preferente; ambas indican el fin de la vida útil del alimento. Fecha de caducidad: es la fecha a partir de la cual un producto no se debe ingerir, con el fin de evitar problemas sanitarios. Fecha de consumo preferente: es la fecha que indica que el contenido ya no ofrece toda su calidad al consumidor. Entre los factores que pueden afectar la duración de la vida útil de un alimento se encuentran el tipo de materia prima, la formulación del producto, el proceso aplicado, las condiciones sanitarias del proceso, envasado, almacenamiento y distribución y las prácticas de los consumidores. La pérdida de calidad y la degradación de los alimentos por variados mecanismos puede estar desencadenada por:

- Procesos físicos. Hinchamiento, desecación, volatilización de aromas, alteraciones relacionadas con la carga del equilibrio coloidal.
- Reacciones térmicas. Reacciones de descomposición de vitamina-C y sustancias aromáticas forzadas térmicamente, reacciones de pardeamiento no enzimático, disolución de grasas.
- Modificaciones bioquímicas. Como resultado de la actividad de los enzimas propios, por acción del oxígeno.
- Procesos microbiológicos. Fermentación, enmohecimiento, putrefacción por microorganismos, formación de toxinas.

2. Factores que influyen la vida útil de los alimentos

a. Materia prima

García, E. (2010), manifiesta que la naturaleza de las materias primas es uno de los factores que más influencia tiene en la vida útil de un alimento. Esta puede

tener un alto contenido de proteínas, grasas o carbohidratos. Dependiendo del macronutriente que predomine, o de la combinación de estos en el alimento, será el tipo de reacciones que se lleven a cabo. Por ejemplo, son diferentes las reacciones que ocurren en una carne que en un pan, o en unas galletas que en un queso. La composición de las materias primas es determinante para las reacciones de deterioro que se llevarán a cabo en el producto. En la materia prima para elaborar un alimento, pueden predominar las proteínas, las grasas o los carbohidratos. También pueden tener un alto contenido de humedad, o no ser de buena calidad. Por ejemplo, si las materias primas son ricas en proteínas, muy probablemente podrán desarrollarse bacterias; si tienen un alto contenido de grasas, en el producto final, posiblemente correrá el riesgo de enranciarse, o bien si contiene carbohidratos, el alimento elaborado será susceptible al deterioro por hongos y levaduras. Asimismo, la combinación de los nutrientes en la materia prima dirigirá el tipo de reacciones que predominará en el producto terminado.

b. Formulación del producto

García, E. (2010), indica que los ingredientes y aditivos que contenga un producto afectan directamente la caducidad de un alimento. Algunos productos pueden contener un alto contenido de sal, como algunos tipos de quesos madurados, o la carne seca artesanalmente, que se consume en varias partes del mundo. De igual manera, en la formulación de muchos productos se usa un alto contenido de azúcar, lo cual disminuye la actividad de agua y limita el número de reacciones indeseables en el alimento, y el uso de los conservadores, que tradicionalmente se agregan a muchos productos.

c. Proceso que se aplica

García, E. (2010), señala que los alimentos pueden someterse a procesos de pasteurización, de esterilización, o bien a la tecnología de obstáculos. Esta última, puede poner en riesgo la seguridad y calidad del producto si no se usan los factores de conservación de una manera inteligente.

d. Condiciones sanitarias del proceso

Incropera, P. & Dewitt, P. (1999), argumentan que dependiendo de las condiciones sanitarias que se sigan durante el proceso de elaboración de un producto, será el tiempo de vida útil del mismo. Si no se mantiene un adecuado manejo higiénico durante todo el proceso de elaboración, es posible que el producto final contenga una carga microbiana que, de tener condiciones favorables, pueda desarrollarse y descomponer el alimento o aún más, causar infecciones o intoxicaciones a los consumidores.

e. Envasado

Jimenez, F. & Carballo, J. (1989), explican que un producto envasado asépticamente, tendrá una vida útil mayor que aquel que se envasó y luego se sometió a un tratamiento térmico. Así, los alimentos enlatados tendrán una mayor vida útil que los envasados en recipientes de plástico. El envasado puede favorecer condiciones de anaerobiosis o modificar la atmósfera entre el alimento y el material de empaque, de tal manera que en tales condiciones se pueda prolongar la vida útil del alimento.

f. Almacenamiento y distribución

García, E. (2010), indica que el lugar en donde se almacenen los productos terminados, así como el tiempo en que estos se distribuyan puede acortar la vida útil de un alimento, si esto no se realiza en condiciones apropiadas. Debe cuidarse que el transporte de los productos se haga en unidades de transporte con enfriamiento, si el transporte así lo requiere.

g. Prácticas de los consumidores

Jimenez, F. & Carballo, J. (1989), explican que aunque los productos alimenticios tengan una buena estabilidad física, química o microbiológica, si estos no se

tratan en las condiciones que indica el fabricante, es posible que disminuya la vida útil de los productos. Una práctica común entre los consumidores es refrigerar los alimentos hasta varias horas después de su compra en un supermercado, exponiéndolo muchas veces a elevadas temperaturas. Una vez en el hogar, pueden no almacenarse inmediatamente en las condiciones adecuadas. Cuando los productos alimenticios se abren para consumirse, también pueden manejarse de forma poco higiénica, con el consiguiente riesgo de contaminación y en consecuencia la pérdida de su vida útil. Un riesgo latente en el hogar lo constituye la contaminación cruzada, la cual ocurre cuando se usan utensilios contaminados con microorganismos capaces de desarrollarse en el alimento, en la preparación de alimentos que no tendrán un tratamiento térmico posterior. Esto puede acortar su vida útil derivado de la producción de metabolitos por parte de los microorganismos, ocasionando que el alimento adquiera sabores y aromas desagradables.

3. Conservación de alimento

Lawrie, R. (1998), expone que conservar un alimento significa, someterlo a diferentes tratamientos físicos, químicos o enzimáticos, con el propósito de conservar sus características físicas, microbiológicas, nutritivas y organolépticas (aroma, color, sabor y textura), para prolongar su vida útil y hacerlo más agradable al consumidor. La necesidad de conservar los alimentos se remonta a tiempos pasados, como se describe en la primera unidad en el capítulo sobre el origen de la ingeniería de los alimentos, cuando los alimentos se sometían a secado al sol y al aire o a la salazón o curado. Hoy en día la mayoría de los alimentos que consumimos ha sido sometidos a algún método de conservación., pues de lo contrario no se podrían conservar ni siquiera por corto tiempo.

Jiménez, F. y Carballo, J. (1989), expresan que los factores que intervienen en la pérdida de la calidad como producto natural son varios entre los cuales se mencionan los siguientes: la luz del sol y el contacto con el aire u oxígeno, que incide en la pérdidas de las vitaminas y puede afectar el color, además de producir su marchitamiento en frutas y verduras frescas y el enranciamiento de los

lípidos. Si el alimento no se almacena a la temperatura apropiada puede dar lugar a la aparición de microorganismos diferentes desde mohos, bacterias o levaduras causan efectos indeseables en los alimentos, y lo que es más grave puede ser causa de intoxicación a los consumidores.

López de Torre, G. (2001), manifiesta que el grado de humedad favorece en aumento de la flora bacteriana y los mohos. Mediante los sistemas de conservación de alimentos utilizados actualmente, las amas de casa pueden guardar los alimentos en la despensa o nevera por días, semanas y hasta meses sin que se deterioren. La conservación de los alimentos abarca procesos, cada día más controlados y estandarizados. La conservación de los alimentos ha permitido su mercadeo y distribución a través de tierra, mar o aire, bien sea procesada o en fresco, por varios días evitando el deterioro de los alimentos. Los métodos de conservación principalmente se clasifican en dos grupos:

- Conservación usando altas y bajas temperaturas.
- Conservación con altas temperaturas.

4. Métodos de conservación a altas temperaturas

Locanto, I. (2014), indica que el calor intenso destruye o desactiva la mayoría de gérmenes, bacterias y otros microorganismos que puedan estar presentes en alimentos. Los métodos de conservación a altas temperaturas que más se utilizan se describen a continuación:

a. Cocción

Locanto, I. (2014), señala que consiste en el tratamiento térmico que se realiza sobre un alimento de origen vegetal o animal, con el fin de mejorar sus características organolépticas (aroma, color sabor), su digestibilidad y estabilidad. Los diferentes métodos de cocción depende del sistema o vía de la transferencia de calor.

b. Horneado

Locanto, I. (2014), señala que para este métodos se utilizan diferentes hornos cuya fuente de calor puede ser el gas o eléctrica o en cocinas artesanales la leña o el carbón. Los alimentos sometidos a horneado sufren cambios en sus características físicas química y organolépticas, que en la mayoría de los casos mejoran la calidad del producto, siempre y cuando se realice en las condiciones adecuadas. Existen en el mercado, hornos de bandejas, de rieles, de túnel, y giratorios.

c. Tostado

Madrid, A. (2001), indica que este método permite la cocción de las partes externas del alimento o producto ocasionando un cambio en la aroma, color y sabor del producto característico por causa de la oxidación y reacciones térmicas de sus tejidos. Los alimentos pierden bastante humedad, y por ende la pérdida de peso y reducción de su volumen. Esta reacción es favorable en los productos crocantes, pero en otros, en el tostado se mantiene la humedad del producto introduciendo un recipiente de agua en el equipo.

d. Cocción a la parrilla

Locanto, I. (2014), manifiesta que este método es muy utilizado en los hogares. En este el alimento se coloca en un material de alambre, llamado parrilla, a cierta distancia de la fuente de calor, como la estufa de gas o eléctrica. El producto adquiere las características similares del producto asado a la brasa.

e. Cocción a la brasa

Jimenez, F. & Carballo, J. (1989), señalan que en este método el producto es asado directamente sobre una fuente de calor ocasionada por la combustión

directa de carbón o madera. Este método es muy utilizado en los paseos al aire libre para asar plátanos, mazorca y toda clase de carnes y embutidos.

f. Cocción por ebullición (100°C) o hervido

Madrid, A. (2001), menciona que es el método más antiguo por el cual se cocinan los vegetales, se trata de someterlos a cocción en agua hirviendo durante un tiempo determinado de acuerdo al producto, para que queden listos para ser preparados y consumidos. El agua es un buen transmisor de calor y de bajo costo, pero, la desventaja de este método radica en que el alimentos pierden una gran cantidad de nutrientes hidrosolubles especialmente las vitaminas y minerales. Esta pérdida depende de la cantidad de agua utilizada y del tiempo del tratamiento. También él en las operaciones previas a la cocción como el pelado, despulpado el cortado, debido al aumento del área de la superficie de contacto y la liberación de enzimas, cuya acción ocasionan la pérdida de muchos componentes de los nutrientes de los alimentos. Las funciones principales del hervido de los alimentos son entre otras:

- Mejorar la palatabilidad y sabor de los productos.
- Ablandar la textura para facilitar las operaciones de cortado, pelado, despulpado y tamizado.
- Aumentar la viscosidad en los alimentos líquidos.
- Extraer los componentes solubles de los alimentos.
- Cuando se usa ebullición al vacío se evita la oxidación de los productos y por ende, se logra reducir la pérdida de nutrientes hábiles (que se evaporan fácilmente como los que proporcionan aroma y sabor) y de las vitaminas hidrosolubles como la C y la Bi o Tiamina.
- Destrucción de microorganismos patógenos, pero no de las esporas si se mantiene por más de 5 minutos.

g. Escaldado en agua hirviendo

López, G. (2001), explica que el método de escaldado en agua hirviendo consiste en introducir el alimento en agua hervida a 100 °C, por un tiempo mínimo (3 - 5 minutos), de acuerdo a las características del producto, para luego someterlo a enfriamiento brusco y almacenarlo en refrigeración o congelación, previo empacado o someterlo al proceso adecuado.

h. Escaldado al vapor

Madrid, A. (2001), explica que el escaldado por vapor consiste en someter el producto a cocción utilizando el vapor de agua caliente. La ventaja de este método sobre el de ebullición o hervido es que se presentan menores pérdidas de nutrientes solubles y se conserva el color y la textura del productos. Es método más utilizado para la cocción de vegetales debido a su bajo costo, por ser inocuo ya que no transmite olores ni sabores extraños y porque el contacto del producto al calor es menor. El vapor fluente se utiliza como el mejor método de escaldado para la elaboración de conservas.

i. Escaldado con vapor a presión

López, G. (2001), explica que este método consiste en someter el producto a vapor en equipos cerrados como las ollas de presión. Mediante este método se logra elevar el punto de ebullición en una forma más rápida, debido al aumento de la presión interna. Un aumento de la presión a 15 libras /pulgada², por encima de la presión atmosférica, logra subir la temperatura a 120°C. Este método evita en gran parte la pérdida de nutrientes hidrosolubles. El método se utiliza para la cocción de productos de gran tamaño como la carne, pollos, también para granos secos como los frijoles, lentejas, garbanzos entre otros. Asimismo para adecuar los productos que van a ser procesados para obtener otros productos como: extracción de grasas de las tortas del frijol de soya, de semillas o colágeno de los huesos.

j. Cocción por radiación

Salinas, R. (2000), explica que es un método para cocción de los alimentos de gran utilidad actualmente, por su rapidez para obtener los alimentos en el estado de cocción adecuado. El sistema de transmisión de calor es diferente al de los métodos convencionales, que es por convección o conducción, pues la transmisión de calor ocurre a partir de las radiaciones electromagnéticas, que van desde los 915 a 2450 MHZ de frecuencia. Estas radiaciones tienen una longitud de onda superior a la del espectro visible y el infrarrojo. La absorción de la radiación microondas por las moléculas del alimento produce un movimiento oscilatorio de estas, el cual es contrarrestado por las fuerzas moleculares de unión, ocasionando una fricción que se transforma en energía, la cual se disipa en forma de calor. El grado de absorción de las microondas depende de varios factores: del contenido de agua del alimento, a mayor contenido mayor absorción y por supuesto un calentamiento y una cocción más rápida, debido a que la constante dieléctrica del agua es mucho mayor que la de los otros componentes de los alimentos. También depende de la superficie de contacto de los alimentos, cuando el alimento se encuentra en trozos o en láminas se calientan más rápidamente que los alimentos enteros. Depende de la forma de los alimentos, cuando el alimento tiene forma regular, en calentamiento es más parejo y por ende más rápido.

k. Pasteurización

Madrid, A. (2001), argumenta que es un tratamiento térmico mediante el cual se somete el alimento a temperatura entre 75°C a 85 °C, por un tiempo determinado, que varía según el producto, con el propósito de destruir la mayoría de los microorganismos patógenos pero no sus esporas. Por ello el alimento pasteurizado debe ser refrigerado con el fin de evitar que sea contaminado por los microorganismos que no se lograron eliminar. Un ejemplo común es la leche pasteurizada que se somete a refrigeración, y tiene un período de vida útil de máximo tres días, pero al ser abierto el envase debe consumirse de un día para otro.

5. Procesos básicos del secado

Jiménez, F. & Carballo, J. (1989), explican que a la hora de diseñar el equipo de deshidratación para eliminar la humedad de un alimento de manera eficaz deben tenerse en cuenta los diversos procesos y mecanismos que tienen lugar en el producto. Estos procesos y mecanismos tienen particular importancia en el caso de frutas y verduras, en las que la retirada del agua puede modificar su estructura.

a. Actividad del agua

Salinas, R. (2000), reporta que uno de los parámetros más importantes en la deshidratación de alimentos es la condición de equilibrio que determina el límite del proceso. Aunque este valor es una parte importante del gradiente que provoca el movimiento del agua, la actividad de ésta se ha convertido en un factor determinante en el estudio de la estabilidad de los alimentos secos. Por definición, la actividad de agua es la humedad relativa de equilibrio dividida por 100.

b. Difusión de la humedad

Jiménez, F. & Carballo, J. (1989), reportan que una cantidad importante del agua se elimina de los alimentos mediante su difusión, en fase líquida y/o vapor, a través de su estructura interior. Al movimiento del agua líquida le seguirá su evaporación en algún punto en el interior del alimento, pudiendo estudiarse el flujo difusional como si fuera difusión molecular como. Así, el flujo de agua es una función del gradiente de la presión de vapor, de la difusividad del vapor en el aire, de la distancia a recorrer y de la temperatura. Además, dado que para evaporar el agua es necesario calor, el proceso supone realmente un transporte simultáneo de materia y calor. La eliminación de la humedad del producto dependerá, en parte, de la transferencia de materia por convección hacia la superficie del producto. Aunque este proceso puede no ser el limitante de la velocidad, no debe olvidarse la importancia de mantener las condiciones límite óptimas para el transporte de la humedad.

c. Curvas de velocidad de secado

Lawrie, R. (1998), expone que la eliminación de agua de un alimento se realizará normalmente en una serie de etapas diferenciadas entre sí por la velocidad de secado. La etapa inicial ocurre conforme el producto y el agua en él contenida se calientan ligeramente. Posteriormente se produce una reducción importante del contenido en agua a velocidad de secado constante, esta etapa tiene lugar a temperatura constante, siendo ésta la de bulbo húmedo del aire. En la mayoría de los casos esta etapa de velocidad de secado constante Finalizará al alcanzarse la humedad crítica; posteriormente existirán uno o varios periodos de velocidad de secado decreciente. La humedad crítica suele estar claramente identificada debido al cambio brusco de la pendiente en la curva de velocidad de secado.

6. Sistemas de deshidratación

Locanto, I. (2014), señala que en función de la influencia de la transferencia de materia y de la transmisión de calor, el sistema de deshidratación más eficaz será aquél que mantenga los máximos valores posibles de los gradientes de presión de vapor y de temperatura entre el aire y el interior del producto a deshidratar. Esas condiciones junto con altos valores de los coeficientes de convección en la superficie del producto pueden mantenerse en varios diseños diferentes; a continuación se van a describir varios sistemas utilizados en deshidratación de alimentos.

a. Secaderos de bandeja o de armario

Súarez, R. (2009), señala que en este tipo de secadero el producto a secar se dispone en bandejas u otros accesorios similares exponiéndolo a una corriente de aire caliente en un recinto cerrado. Las bandejas que contienen el producto a secar se sitúan en el interior de un armario o similar donde éste se seca al estar expuesto al aire caliente. El aire circula sobre la superficie del producto a relativamente alta velocidad para aumentar la eficacia de la transmisión de calor y de la transferencia de materia. Una ligera modificación, utilizada a menudo,

consiste en la incorporación de vacío en la cámara de secado. Este vacío mantiene lo más baja posible la presión de vapor alrededor del producto a secar; además también se reduce la temperatura a la que la humedad del producto se evapora, lo que produce una mejora de la calidad del producto.

López, G. (2001), explica que en la mayoría de los casos los secaderos de bandejas operan por cargas y tienen la desventaja de no secar el producto uniformemente, dependiendo de su posición en el secadero. Por ello, suele ser necesario girar las bandejas durante el proceso para lograr un secado uniforme.

b. Secaderos de túnel

Suárez, R. (2009), indica que el aire caliente se introduce por un extremo del túnel y circula a una velocidad predeterminada a través de las bandejas con producto, que son transportadas mediante carretillas. Esas carretillas circulan por el túnel a una velocidad determinada para que el tiempo de residencia del producto en éste sea el necesario para lograr el secado deseado. Los flujos de producto a secar y de aire secante pueden circular en corrientes paralelas o en contracorriente. El tipo de flujo elegido en cada caso dependerá de las características del producto y de su sensibilidad a la temperatura. En los sistemas en corrientes paralelas el producto muy húmedo se expone al aire muy caliente ayudando la alta evaporación a mantener baja la temperatura en el producto. Cerca de la salida del túnel el producto con baja humedad está expuesto al aire a menor temperatura. En los sistemas en contracorriente el producto menos húmedo se encuentra expuesto al aire más caliente y el gradiente de temperatura disminuye conforme nos acercamos a la entrada del producto al túnel.

c. Secado por explosión

Madrid, A. (2001), argumenta que un proceso relativamente reciente, aplicado con éxito en el secado de algunas frutas y verduras, es el secado por explosión. Consiste en la exposición de trozos pequeños de producto a altas temperaturas y

presiones durante un corto intervalo de tiempo; a continuación el producto se traslada a un ambiente a presión atmosférica, produciéndose una evaporación flash del agua con la consiguiente migración desde la parte interior del producto. Los productos secados mediante este procedimiento tienen una porosidad muy alta y permiten una rápida rehidratación. Este procedimiento es particularmente eficaz en el secado de productos cuyo periodo de velocidad decreciente es el más importante, pues la evaporación rápida y el consiguiente aumento de la porosidad del producto contribuyen a una más rápida eliminación de la humedad al final del proceso de secado. El secado por explosión se desarrolla más eficazmente si las partículas son aproximadamente cubos de tres cuartos de pulgada; estas partículas se secarían rápidamente y se rehidratarían en unos 15 minutos. A pesar de que este procedimiento puede no ser aplicable a todo tipo de alimentos, es interesante continuar investigando dada la superior calidad lograda en los alimentos.

d. Secaderos de lecho fluidificado

El Ministerio de Sanidad y Consumo. (2002), expone que otro diseño relativamente reciente para el secado de alimentos particulados supone la incorporación de los lechos fluidificados. En estos sistemas, las partículas de alimento se mantienen en suspensión mediante el aire caliente utilizado para su secado. El movimiento del producto a secar a través del secadero se favorece por la disminución de la masa de las partículas conforme se van secando. El movimiento de producto creado por las partículas fluidificadas conduce a que todas ellas se sequen en igual medida. La principal limitación al uso de los lechos fluidificados es el tamaño de partícula admisible para lograr un secado eficaz. Como era previsible, cuanto menores sean las partículas menor es la velocidad del aire necesaria para mantenerlas en suspensión y más rápidamente se secarán; pero no todos los productos cumplen esta condición y por tanto este proceso no puede aplicárseles.

e. Secado por atomización

Moreiras, O. et.al. (2006), indican que el secado de alimentos líquidos se realiza a menudo en secaderos de pulverización. La eliminación del agua de un alimento líquido tiene lugar cuando el líquido se atomiza en el seno del aire caliente en la cámara de secado. Mientras las gotas de líquido son transportadas en la corriente de aire caliente, el agua se evapora y es arrastrada por el aire. La mayor parte del secado tiene lugar durante el periodo de velocidad constante y la etapa limitante es la transferencia de materia en la superficie de las gotas. Una vez alcanzada la humedad crítica, la estructura de la partícula es la causante de la disminución de velocidad de secado, siendo el parámetro limitante la difusión de la humedad en el interior de la partícula seca.

Suarez, R. (2009), indica que una vez secas, las partículas abandonan la cámara de secado y se separan del aire mediante un ciclón. La humedad alcanzada suele ser inferior al 5% y el alimento seco debe almacenarse en recipientes estancos. La calidad del producto suele ser excelente debido al efecto refrigerante del proceso de evaporación en la cámara de secado. La posterior reconstitución del producto al mezclarlo con agua es sencilla dado el pequeño tamaño de partícula del mismo.

f. Secado por liofilización

Moreiras, O. et. al. (2006), indican que si se reduce la temperatura de un producto hasta que el agua en él contenida se congele y posteriormente se reduce la presión, ese hielo sublimará. El secado por liofilización se utiliza en muchos alimentos, sobre todo cuando la calidad es importante para la aceptación del producto por parte de los consumidores. En el secado por liofilización, los procesos de transferencia de materia y transmisión de calor se producen simultáneamente. Dependiendo de la configuración del sistema de secado, la transmisión de calor tendrá lugar a través de una capa de producto congelado o a través de una capa de producto seco. Obvia mente, la transmisión de calor a través de la capa congelada será rápida y no será ésta la etapa limitante; sin

embargo, la transmisión de calor a través de la capa de producto seco será lenta debido a la baja conductividad de los sólidos muy porosos sometidos a vacío. En ambas situaciones, la transferencia de materia tendrá lugar a través de una capa de producto seco. Cabría esperar, por tanto, que la difusión del agua fuera la etapa limitante debido a las bajas velocidades de difusión molecular en condiciones de vacío.

g. Secado natural o al sol

Tscheuschner, H. (2001), expone que esta técnica se utilizaba desde la época de la prehistoria para conservar alimentos como los higos u otras frutas como las uvas y hortalizas. Todavía se sigue utilizando este método en muchas partes del mundo. Las condiciones que se deben tener en cuenta para el secado natural son las siguientes: grado hidrométrico, régimen de lluvias, evaporación, horas de sol y temperatura.

h. Secado forzado

Shelton, H. (2001), expone que consta de bandejas colocadas en dos niveles, en el primero se encuentra el horno propiamente dicho o sistema de calentamiento. La transmisión de calor se realiza por convección natural o forzada mediante el cual el aire caliente y los gases de combustión se elevan a través de la lámina colocada en el segundo nivel, sobre la cual se coloca el producto húmedo en capas delgadas cuyo espesor aproximado es de 10 a 20 cms. Se logra homogenizar el secado mediante el rastrillando continuamente el material o producto a secar.

7. Maduración

a. Proceso de maduración

Tscheuschner, H. (2001), expresa que las transformaciones en los alimentos que tienen lugar de forma espontánea o dirigida por acción de los sistemas

enzimáticos contenidos en sí mismos (o bien de origen microbiológico) y que modifican el color, aroma, sabor y textura con objeto de obtener un valor mayor del producto, son englobadas dentro de la maduración (a veces también llamada fermentación o curación). La transición de procesos de maduración a los de descomposición es siempre variable e imperceptible. La complejidad implicada en los procesos bioquímicos, aún no explicados satisfactoriamente, que ocasionan fluctuaciones en las propiedades de las materias primas empleadas y el hecho de que dichos procesos suelen darse a menudo en productos sólidos, dificultan más aún una supervisión, control y regulación adecuados. Los principales factores de influencia son la temperatura, la humedad del aire y las formulaciones de las recetas.

b. Maduración y curado de carnes

Schmidt, H. (1984), indica que el glucógeno es descompuesto en varios pasos intermedios hasta llegar al ácido láctico, liberándose ácido fosfórico; el ambiente acidificado impide el desarrollo de microorganismos. La actomiosina es poco soluble y el colágeno se hincha, lo que condiciona el grado de ternura de una carne. Los ácidos inosínico y glutámico y otros aminoácidos producidos, confieren el sabor característico a la carne.

c. Maduración y curación de embutido

Moreiras, O. et. al. (2006), reportan que las proteínas existentes disueltas entre las partículas se solidifican ante la eliminación de agua desde =50% hasta un =25% y ante una disminución del pH de 5,9 a 4,9, por gelificación; con ello se origina mayor cohesión y solidez. En la formación de aromas, el papel principal corresponde a los enzimas lipolíticos (aumento de la proporción de ácidos grasos libres desde 0,5% hasta 5-12%). Los enzimas proteolíticos apenas conllevan efecto alguno. En cambio, los lactobacilos, que fermentan el glucógeno o los hidratos de carbono aportados, desempeñan una función importante. En el caso de embutidos de larga curación con una capa de moho superficial, las catalasas

originadas impiden la penetración de oxígeno y por tanto no hay transformación oxidativa de las grasas.

d. Maduración de frutas

Schmidt, H. (1984), indica que las principales sustancias constituyentes (como azúcar, ácidos orgánicos, compuestos aromáticos, pectinas y taninos) sufren una serie de transformaciones características durante la maduración de las frutas. En especial, las fosforilasas y pectinasas tienen un destacado papel, siendo descompuestas en el proceso, el almidón, como sustancia de reserva y la pectina, como sustancia de refuerzo y ablandándose por tanto la estructura. La formación de dextrosas y de fructosas (edulcorantes) así como la de sustancias aromáticas (ésteres, aldehídos, alcoholes) son catalizadas por enzimas. La clorofilasa confiere la coloración a algunos frutos. El descenso de la temperatura y la concentración de CO₂ en la atmósfera de almacenamiento controlada permiten que la maduración sea más lenta y, por tanto, se incrementa la conservación.

e. Maduración y curación de quesos

Moreiras, O. et. al. (2006), indican que a partir de la caseína, originariamente insípida y desmenuzable, se obtiene el queso, con un sabor característico y textura flexible por acción de enzimas lácticas originarias y microorganismos específicos que se añaden:

- Las fosfatasas actúan sobre los fosfátidos y los fosfoproteidos;
- Las lipasas disocian la grasa de la leche de forma parcial, para dar ácidos grasos libres (ácidos butírico, caprónico y caprílico), que proporcionan el sabor y aroma característicos;
- La microflora superficial tiene una acción oxidativa sobre el ácido láctico, resultando amoníaco de su disociación; La descomposición de las proteínas

confiere la estructura homogénea del queso y le aporta sustancias responsables del sabor;

- La formación de agujeros se debe a bacterias del ácido propiónico y también del ácido láctico, las cuales liberan CO_2 .

C. CARNE

1. Estructura, componentes y partes aprovechables

Para Moreiras, O. et. al. (2006), los tejidos animales se componen de células. Desde el punto de vista tecnológico sólo resulta relevante la diferenciación, dentro de las células, de la membrana celular y del sarcoplasma, y en el caso de los tejidos musculares de las miofibrillas. En todas las partes de animales hay presencia de tejido conjuntivo, del cual son significativas las siguientes clases:

- Tejido conjuntivo reticular, importante para la alimentación por la inclusión de grasa en sus células en forma de tejido adiposo.
- Tejido conjuntivo laxo, el cual proporciona el almacén intersticial a los órganos que garantiza su consistencia mecánica.
- Tejido conjuntivo rígido, que soporta el esfuerzo de tracción de los tendones y ligamentos, actuando además como tejido de refuerzo.

Salinas, R. (2000), explica que el tejido conjuntivo contiene por término medio de 51 a 63% de agua, un 33,3% de proteína, de 1 a 4% de lípidos y cierta cantidad de hidratos de carbono y sales minerales. Las proteínas más relevantes son el colágeno, la elastina, la reticulina y también la albúmina y la globulina. Las proporciones varían según el tipo de tejido conjuntivo. El tejido graso o adiposo se aloja entre el tejido conjuntivo reticular. Sus células son redondeadas.

Madrid, A. (2001), explica que en función de su lugar de origen se distinguen principalmente: grasa del riñón, grasa alrededor de los intestinos, grasa adherida al estómago, grasa entre el peritoneo y la musculatura pectoral y tocino (en el cerdo). La grasa incluida entre los músculos produce el «veteado» típico de la carne. El tejido adiposo suele estar compuesto como promedio de 94% de grasa, 1% de proteína y 5% de agua, como se muestra en el (cuadro 1). La fracción que se deja fundir recibe los nombres de manteca (fundamentalmente en el cerdo), unto, gordura o sebo. Histológica y funcionalmente se distingue entre tejido muscular liso y estriado (cardíaco y esquelético).

Cuadro 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA MEDIA DE LA CARNE MAGRA.

COMPONENTE	PROPORCIÓN, %	
	Max	Min
Agua	73	75
Proteínas	18,5	21
Sustancias nitrogenadas no proteicas	0,9	-
G rostís	4,0	-
Hidratos de carbono	0,5	1,0
Sales minerales	1,0	-

Fuente: Schmidt, H. (1984).

Salinas, R. (2000), explica que en la carne propiamente dicha sólo tiene sentido hablar del tejido muscular esquelético. Dicho tejido está compuesto principalmente por fibras musculares. Estas son células con varios núcleos, de 0,01-0,1 mm de grosor y de 1-7 cm de largo en el ganado porcino y de 1-10 cm de largo en el vacuno. Éstas contienen dentro del sarcoplasma, orientadas en paralelo al eje longitudinal, las miofibrillas, que son los sistemas elementales contráctiles. Cada fibra muscular está recubierta por finos vasos sanguíneos y por una delgada envoltura reticular de tejido conjuntivo (predominantemente

colágeno), que es el endomisio. Varias fibras están reunidas por el endomisio para formar un haz primario, envuelto a su vez por una capa de tejido conjuntivo algo más gruesa, el perimisio, que reúne unos cientos de haces primarios para formar haces secundarios, etc. Un músculo completo se halla por fin envuelto por el epimisio, que contiene fibras conjuntivas lisas elásticas. El epimisio se encuentra en contacto con las fascias que envuelven el músculo, para transformarse en tendones. Una pieza de carne bien desarrollada se compone de varios músculos. El veteado se produce al depositarse grasa en el perimisio.

Jimenez, F. & Carballo, J. (1989), reporta que tras el sacrificio de los animales, la carne experimenta una autólisis cuya velocidad aumenta directamente con la temperatura. Como consecuencia, se produce la descomposición paulatina de todas las sustancias estructurales (tejido conjuntivo, membranas celulares musculares, miofibrillas), resultado de lo cual es el reblandecimiento de la carne en conjunto y la formación de sustancias aromáticas específicas. Particular importancia conlleva la rigidez cadavérica (rigor mortis) que se presenta poco después de la muerte. La siguiente fase de autólisis recibe el nombre de maduración, que más tarde puede convertirse en descomposición autolítica y microbiana. Un indicador de gran importancia tecnológica es el valor del pH, que en el tejido muscular vivo es de 7,2 - 7,3; para pasar a aproximadamente 6 tras producirse la muerte. Debido a su gran distanciamiento del punto isoeléctrico medio (5,0-5,9) del tejido muscular, la carne recién obtenida cuenta con una elevada capacidad fijadora de agua. En el momento más intenso de la rigidez cadavérica, el valor del pH desciende a su punto más bajo, entre 5,3 y 5,5 y con él también la capacidad de retención de agua.

Para Jimenez, F. & Carballo, J. (1989), luego vuelven a ascender ambos parámetros (el pH hasta 5,5 - 6,5), aunque sin llegar a alcanzar las cifras iniciales. Si la carne se refrigera por debajo de los 10°C antes de instaurarse el rigor mortis, el tejido muscular experimenta una contracción adicional irreversible (acortamiento por frío, frecuente al practicar el enfriamiento rápido de canales de ganado vacuno y ovino), por lo que la carne se endurece.

2. Características de almacenamiento

Suárez, R. (2009), señala que entre la temperatura de almacenamiento y la duración del depósito existe una estrecha relación, debido a los procesos de desintegración y descomposición originados por los enzimas propios de la carne y por los microbios. Una humedad ambiental relativa elevada actúa en contra de la desecación, pero favorece la descomposición bacteriana.

Jimenez, F. & Carballo, J. (1989), señala que la congelación de la carne debe ser rápida, y la descongelación ha de efectuarse con lentitud, pues en otro caso se registran elevadas pérdidas de peso. Con ello, la grasa y el tejido adiposo no se enrancian; además, la carne se almacenará en ambiente fresco y oscuro y alejado del agua; tampoco contactará en manera alguna con hierro o cobre (oxidación catalítica). El tejido adiposo se descompone con bastante mayor rapidez que la grasa fundida, debido a su mayor contenido de agua y a conservar intacto su sistema enzimático.

D. CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS

Según El Ministerio de Sanidad y Consumo. (2002), desde el inicio de los tiempos, el hombre se ha preocupado por el mejoramiento de su entorno y la satisfacción de sus necesidades, una de estas fue la alimentación, la cual lo llevo a desarrollar una de las actividades humanas más importantes hasta nuestros días: el desarrollo de métodos de conservación de alimentos, siendo uno de los principales a tratar: la carne, la cual era conservada a través de simples métodos de secado o exposición al sol o a temperaturas bajas en cuevas o la aplicación de hielo. Dicha actividad inhibía la actividad microbiana, por lo que dichas prácticas se han conservado, y han evolucionado hasta nuestros días.

1. Introducción

Suárez, R. (2009), manifiesta que todo cuerpo vivo nace, se desarrolla, se degrada y muere, los alimentos por su naturaleza biológica no escapan a esta

regla general, su descomposición es pues un fenómeno natural. Los tejidos vivos son resistentes a la acción degradativa de los microorganismos, pero una vez muertos son consumidos por fuerzas biológicas de uno u otro tipo. En este contexto se establece una competencia entre el hombre, los animales y los microorganismos para consumir primero estos nutrientes. Por esta razón para prevenir el deterioro de los tejidos animales y vegetales se presenta un difícil y doble cometido, se debe no sólo conservar el alimento para su uso, sino también excluir de él las otras fuerzas naturales.

Jimenez, F. & Carballo, J. (1989), señala que en los tejidos de los organismos vivos, sus componentes están en un equilibrio dinámico, determinado por el tipo de organismo o por el tipo de su metabolismo y por el medio ambiente. Los cambios bioquímicos que se producen en dicho organismo vivo son extremadamente importantes, puesto que afectan a la conservación final, relacionada con la calidad del alimento. Ahora bien, desde el punto de vista de la conservación, interesan únicamente aquellos cambios que se producen en los alimentos cuando sus procesos bioquímicos han perdido su naturaleza original, por lo que en consecuencia se ha destruido su balance metabólico y se alteran las secuencias normales de las reacciones enzimáticas. Desde el momento en que el alimento se cosecha, se recoge o se sacrifica, comienza a pasar por una serie de etapas de descomposición progresiva. Según el alimento, esta descomposición puede ser muy lenta, como en el caso de las semillas o las nueces, por ejemplo, o puede ser tan rápida que vuelve prácticamente inutilizable a un alimento en pocas horas.

El Ministerio de Sanidad y Consumo. (2002), la carne, el pescado y las aves, pueden volverse inútiles en uno o dos días, a temperatura ambiente. Lo mismo ocurre en el caso de varias frutas y hortalizas de hojas verdes comestibles, así como la leche cruda y muchos otros productos naturales. La temperatura del ambiente, interior o exterior, puede ser más alta de 21°C durante una gran parte del año, y en ciertas regiones del mundo durante todo el año. Con temperaturas superiores a 21°C los alimentos pueden tomarse inútiles en unas horas, como se muestra en el (cuadro 2).

Cuadro 2. VIDA ÚTIL DE ALMACENAMIENTO DE TEJIDOS VEGETALES Y ANIMALES.

PRODUCTO	Días de almacenamiento a 21°C
Carne	1-2
Pescado	1-2
Aves	1-2
Carne y pescado desecado, salado o ahumado	360 y más
Frutas	1-7
Frutas secas	360 y más
Hortalizas de hojas verdes	1-2
Raíces	7-20
Semillas secas	360 y más

Fuente: Suárez, R. (2009).

2. Generalidades

Jimenez, F. & Carballo, J. (1989), indican que la pérdida de calidad y la degradación de los alimentos por variados mecanismos puede estar desencadenada por:

- Procesos físicos, hinchamiento, desecación, volatilización de aromas, alteraciones relacionadas con la carga del equilibrio coloidal.
- Reacciones térmicas, reacciones de descomposición de vitamina-C y sustancias aromáticas forzadas térmicamente, reacciones de pardeamiento no enzimático, disolución de grasas.
- Modificaciones bioquímicas, como resultado de la actividad de los enzimas propios, por acción del oxígeno.
- Procesos microbiológicos, fermentación, enmohecimiento, putrefacción por microorganismos, formación de toxinas.

Schmidt, H. (1984), señala que en consecuencia, la conservación puede ser afrontada por diversas vías. En los procesos de conservación enunciados, se considera en cada caso el efecto principal. En la práctica industrial, se suele dar la combinación de diferentes efectos conservantes. Dicha combinación puede elegirse intencionadamente, para así minimizar el gasto energético específico y las inevitables alteraciones en el estado de los nutrientes contenidos (desnaturalización de proteínas, caramelización de azúcares, alteraciones en el color, aroma y sabor, elevación del contenido en sal y azúcar). El concepto global propio de la higiene de los alimentos orientada técnicamente, parte de la idea de que la suma de pequeñas influencias, como las originadas por una insignificante disminución del pH, por una disminución del valor actividad del agua (por espesamiento, salazón, azucarado), por un leve enfriamiento o radiación, etc., puede asegurar la conservación de los alimentos, sin que las diferentes influencias superen de forma perceptible los valores umbrales que afectan a la desnaturalización de las materias primas.

3. Conservación térmica

Shelton, H. (2001), expresa que por conservación térmica se entiende la destrucción de microorganismos en los alimentos por la acción controlada de altas temperaturas, con el objetivo de garantizar una mayor conservación de los productos.

- Pasteurización: Destrucción de los gérmenes vegetativos, incluyendo los gérmenes patógenos.
- Esterilización: Destrucción de todos los gérmenes, incluyendo esporas bacterianas resistentes al calor, ocasionando al menos daños térmicos irreversibles que les incapaciten para su multiplicación.

Moreiras, O. et. al. (2006), expresa que las temperaturas elevadas y los tiempos de intervención cortos conllevan menores alteraciones físicas en forma de daños

sufridos por el producto, que las producidas por temperaturas más bajas y tiempos más largos, equivalentes desde el punto de vista de la conservación.

4. Procesos térmicos

Suárez, R. (2009), señala que los procesos térmicos fundamentales se ordenan como sigue:

a. Procesos de transferencia de calor

Tscheuschner, H. (2001), interpreta que los procesos de transferencia de calor aplicados a la conservación de los alimentos se dividen en:

- Sin transición de fase: calentamiento, enfriado.
- Con transición de fase: vaporización, condensación, fusión, congelación, sublimación, desublimación (solidificación).

b. Procesos de transferencia de materia

La Universidad Autónoma de México. (2008), expone que se puede sistematizar atendiendo a distintos puntos de vista. En función de las fases implicadas se distinguen:

- Líquido-gas: destilación, absorción, desorción, humectación, desecación, permeación (pervaporación).
- Líquido-líquido: extracción, diálisis, electrodiálisis, ósmosis inversa.
- Líquido-sólido: cristalización, extracción, adsorción.
- Gas-sólido: secado, adsorción, sublimación

- Gas-gas: difusión gaseosa a través de membranas, permeación.

5. Transferencia de calor

a. Calentamiento

Madrid, A. (2001), expone que por calentar (precalentar, caldear) se entiende la elevación de la temperatura de un medio, sin que se produzca una transición de fase o cambio de estado. El objetivo del proceso consiste en transferir un determinado flujo de calor, frecuentemente el máximo, con el menor coste y esfuerzo técnico posible. Principio de actuación: la transferencia de calor puede tener lugar por tres mecanismos:

- Conducción calorífica, con base molecular, en virtud del movimiento de las moléculas.
- Convección, por transporte de partículas físicas.
- Radiación entre distintos cuerpos con diferente temperatura, con transferencia del calor por medio de ondas electromagnéticas sin ningún medio de contacto entre ambos cuerpos.

García, E. (2010), menciona que en los líquidos y gases (medios fluidos) tiene lugar la transferencia de calor mediante procesos técnicos, principalmente mediante el movimiento de las partículas físicas (convección). Entre una pared sólida (superficie transmisora del calor) y un medio fluido turbulento, se forma una capa de separación. Entre esta última y la pared sólida tiene lugar un transporte del calor por conducción, en dirección al nivel térmico más frío. La radiación de calor sólo se considera en los procesos tecnológicos con alimentos, para estimar las pérdidas de calor.

b. Vaporización (Ebullición)

Incropera, P. & Dewitt, P. (1999), argumenta que la vaporización consiste en el paso de un líquido al estado de vapor. En el caso de un aporte continuo de calor al líquido y de una temperatura de la superficie caliente por encima del punto de ebullición, las fuerzas de unión entre las moléculas de la fase líquida en la pared calefactora son superadas. Como resultado se da la transición de las moléculas del líquido de una fase a otra, desprendiéndose burbujas de vapor de la pared y ascendiendo a través del líquido.

c. Condensación

Jimenez, F. & Carballo, J. (1989), explica que la condensación es el paso del estado de vapor al estado líquido. La condensación es físicamente lo contrario de la vaporización. El objetivo del proceso reside en la transición de fase con una recuperación simultánea del calor (calor latente de la condensación y calor sensible del condensado). Si la temperatura de la pared de la superficie transmisora del calor es menor que la temperatura de condensación (punto de condensación o de rocío), dominan las fuerzas de unión de las moléculas. En tal caso se da la transición del estado de vapor al estado líquido, con gran disminución del volumen.

E. SALAMI

Lawrie, R. (1998), expone que es un embutido de carne típicamente italiano cuya forma e ingredientes son similares a los del salchichón. Está elaborado a partir de una mezcla de carnes (ya sean de cerdo o de vacuno, o de ambas), tocino o grasa de cerdo. La mezcla está finamente picada y al corte ofrece un aspecto de color rojizo salpicado de pequeñísimas manchas blancas de grasa, no superiores a los 3 mm. El salami o salame es un embutido en salazón que se elabora con una mezcla de carnes de vacuno y porcino sazonadas y que es posteriormente ahumado y curado al aire, similar al salchichón.

Lawrie, R. (1998), expone que la pimienta también forma parte de su composición, aunque en menor medida que en muchos otros embutidos, por lo que su sabor es más suave. Casi todas las variedades italianas se condimentan con ajo. La apariencia, tanto en superficie como en el interior, es similar a la del salchichón; de forma alargada pero de diámetro mucho mayor. Se presenta embutido, curado o ahumado. También puede aparecer recubierto de pimienta en su exterior. Por norma general se consume en sandwiches, bocadillos o como ingrediente de una pizza. Estacionalidad Este alimento está disponible en el mercado a lo largo de todo el año. Porción comestible 100 g por cada 100 g de alimento. Fuente de nutrientes y sustancias no nutritivas Energía, proteínas de elevado valor biológico, grasa, hierro, sodio, vitaminas del grupo B. Valoración nutricional.

Madrid, A. (2001), argumenta que el componente mayoritario de este embutido es la grasa, incluso por encima del contenido en agua. Esta grasa es fundamentalmente saturada y monoinsaturada, mientras que el contenido en colesterol es similar a la media de los alimentos del grupo de cárnicos. El aporte de ácidos omega 3 no se considera significativo. El salami proporciona una pequeña cantidad de hidratos de carbono que no tiene importancia desde un punto de vista cuantitativo, y una proteína de elevado valor biológico, algo inferior al de la proteína del huevo. 100 g de embutido cubren el 34% de las ingestas recomendadas de este macronutriente para un hombre adulto. El salami es fuente de minerales: hierro, magnesio, fósforo, selenio y sodio. Hay que destacar el contenido en hierro hemo de elevada biodisponibilidad. En general, entre un 15 y un 30% del hierro hemo de un alimento se absorbe bien. Además, la presencia de cárnicos en una comida puede aumentar la absorción del hierro de otros alimentos presentes en la misma. El elevado contenido en sodio de este producto, derivado de sus ingredientes y su proceso de elaboración, limita su consumo en personas que deban seguir dietas hiposódicas (por ejemplo, para el tratamiento de la hipertensión)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

Las diferentes fases en qué consistió la presente investigación se desarrollaron en la Planta de Procesamiento de Cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el Km 1½ de la panamericana Sur en el Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. El desarrollo de las actividades planteadas dentro del proceso de investigación consistió en un lapso de tiempo de 60 días, desde la selección y adquisición del equipo hasta la realización de las pruebas de operación aplicadas al mismo, en el cuadro 3, se describen las condiciones experimentales.

Cuadro 3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN RIOBAMBA

CARACTERÍSTICAS	PROMEDIO
Temperatura (° C)	13,8
Humedad relativa (%)	63,2
Precipitación anual (mm/año)	465
Heliofania , horas luz	165,15

Fuente: Estación Agrometeorológica de la F.R.N. de la ESPOCH (2015).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En base a la naturaleza de la presente investigación no se requirió de un planteamiento y comprobación de parámetros estadísticos de inferencia por ende no se aplicaron tratamientos o repeticiones dentro del desarrollo de la investigación, no obstante se realizó, una vez implementado el equipo, las

pruebas para comprobar la operación y eficiencia del mismo, para ello se realizó el secado y maduración de embutidos representativos (por sus características organolépticas y de elaboración se seleccionó salame), para lo cual se aplicaron las condiciones especificadas en la ficha técnica del equipo, con el fin de medir las condiciones finales del producto y al compararlas con las condiciones previas a la aplicación del secado y curado en el equipo determinando de esta manera la eficiencia y la calidad obtenida en el mismo.

C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES

1. Materiales

- Bandejas de secado
- Cuclillos
- Espátula
- Termómetro
- Tubos de ensayo
- Kitasato
- Erlenmeyer
- Balones
- Pipetas
- Buretas
- Pinzas
- Soporte universal
- Desecador

2. Equipo

- Cronómetro
- Balanza de grado analítico
- Cámara de secado y maduración
- Equipo Soxhlet

3. Instalaciones

Planta de Procesamiento de Cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el desarrollo y cumplimiento de las metas y objetivos planteados en la presente investigación no se requirió de un planteamiento de diseño experimental de carácter inferencial, los resultados obtenidos de las mediciones experimentales de las variables de operación del equipo y de los parámetros de calidad del producto obtenido fueron tratados con herramientas estadísticas descriptivas para el manejo de los resultados y el posterior planteamiento de conclusiones y la interpretación de los resultados obtenidos.

Los resultados obtenidos y su posterior procesamiento estadístico con herramientas descriptivas respondieron al análisis de la operación del equipo y el aporte que el mismo genera a la calidad del producto, inferencias que se derivaron de la discusión de los resultados al cotejar los datos obtenidos con las teorías específicas de los fenómenos implícitos dentro de las operaciones de secado y maduración.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Para la resolución de los objetivos planteados dentro de la presente investigación y obtener los datos requeridos para el desarrollo de las metas se realizó la medición de las siguientes variables de proceso y parámetros de calidad del producto:

- Curvas de secado
- Pérdida de humedad del producto

- Contenido de ceniza
- Contenido de proteína
- Contenido de lípidos

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Al no requerir la comprobación inferencial no se aplicaron pruebas de significancia en base a que no se evaluó el comportamiento de parámetros de calidad del producto frente a la manipulación controlada de variables del proceso y operación del equipo, no obstante a los datos obtenidos de la medición experimental se aplicó estadística descriptiva para poder realizar la interpretación y discusión de los mismos.

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para la resolución del siguiente trabajo de investigación se aplicó las siguientes actividades de carácter experimental.

1. Selección de la cámara de secado y maduración de embutidos

En atención de obtener resultados eficientes en los productos tratados y considerando que el equipo será destinado principalmente a la experimentación dentro del proceso de enseñanza que se realiza dentro de Planta de Procesamiento de Cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo se seleccionó dentro de los equipos existentes en el mercado el que disponga la condición de operación idónea y que se ajuste de mejor manera a los procesos prácticos de enseñanza para los cuales fue implementado. La máquina que debió poseer las dimensiones apropiadas en base a la disponibilidad de espacio dentro de la Planta de Procesamiento Cárnico de la Facultad. El espacio disponible permitía albergar un equipo de dimensiones:

- Largo: 50 cm
- Ancho: 50 cm
- Alto: 80cm
- Por lo tanto el volumen del equipo es:
- $V = 0.50\text{m} \times 0.50 \text{ m} \times 0.80\text{m} = 0,2\text{m}^3$

La instalación no requirió el realizar modificaciones mayores en la zona donde se implementó el equipo, considerando que existía el espacio suficiente dentro de la planta por lo cual no se removió nada.

Además para permitir una correcta operación y seguridad en la utilización del equipo se consideró:

- Que se logre obtener resultados positivos mediante la elaboración de un producto en base a normativas de calidad nacional.
- El equipo instalado permite controlar las condiciones de operación y variables de proceso las mismas que facilitan la experimentación, todo el detalle se encuentra dado en el manual de funcionamiento que incluye la investigación.

Es por ello que la cámara de maduración fue construida con materiales que aseguran una vida útil aceptable (mínimo 5 años). Considerando que su parte interior se encuentra fabricada con acero inoxidable AISI 304 y su parte externa con AISI 316. Materiales que garantizan una vida útil aceptable.

2. Instalación del equipo

Una vez seleccionado el modelo del equipo idóneo dentro de los ofertados en el mercado se procedió a la instalación del mismo en la Planta de Procesamiento de Cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, para lo cual se respetó las directrices establecidas por el

fabricante referente a las conexiones eléctricas y auxiliares, buscando no alterar las condiciones de diseño, además se estableció en la zona de procesamiento la señalética requerida para informar a los usuarios acerca de los requerimientos, controles, posición de componentes del equipo y peligros de la utilización de la cámara de secado y curado, todo esto en un manual didáctico que estará a disposición de todos los usuarios del equipo.

3. Proceso piloto de secado y curado de salame

Para conocer las condiciones con que opera la cámara de maduración se realizó, una vez instalado el equipo, una prueba piloto en la cual se realizó las mediciones experimentales para obtener los datos requeridos y realizar el posterior análisis de los mismos. Para la práctica se utilizó salame como embutido de prueba, en base a su importancia y funcionalidad dentro del proceso de elaboración de embutidos.

4. Descripción del proceso para la elaboración de salami como prueba piloto

a. Recepción de la materia prima

Las materias primas utilizadas fueron de alta calidad. También se buscó que procedan de mataderos autorizados. No se usó carnes con daños físicos o con evidente camino de descomposición. El tipo de carne que se selecciono fue principalmente del tipo normal con un pH comprendido entre 5.6 – 5.9, 24 horas después del sacrificio, en vista de que presentaba todas las cualidades tecnológicas, buena capacidad emulsificante, color homogéneo y estabilidad microbiológica. La grasa no debió ser blanda, para evitar que se derrita, por eso se escogió grasas duras como el tocino. La temperatura de recepción fue igual a 0 – 1°C.

b. Formulación

- Carne de cerdo magro: 6,5 kg.
- Carne vacuna magra: 2.0 kg.
- Tocino en cubos: 1,5 kg.
- Total: 10 kg.

Espicias

- Sal entrefina: 300 gramos.
- Aditivo Integral Salamín- Salame x 3 kg: 300 gramos.
- Pimienta blanca-negra molida: 35 gramos.
- Nuez Moscada molida: 3 gramos.
- Aromas: Cocinar el vino a fuego lento, con las siguientes espicias.

Importante; antes de usar el vino debe estar frío.

- Vino blanco seco o tinto. 200 cc.
- Ajo fresco machucado: 3 dientes.
- Canela en rama: 3 gramos.
- Clavo de Olor entero: 3 gramos.

c. Preparación de la carne y la grasa

Primero se congeló la carne y la grasa con un mínimo de 12 horas previo al proceso, la carne debió alcanzar temperaturas entre -3 y 0°C. Resulto importante mantener la baja temperatura para evitar derretimiento de la grasa y alteración de las proteínas cárnicas, mismas que fueron necesarias para la formación de la masa.

d. Producción de la mezcla

La carne y la grasa fueron pre – picadas, al inicio del picado se agregó poco a poco los ingredientes como el condimento, nitrito, glucosa. La sal y el tocino (pre-picado), fueron agregados al final de esta operación. El último agregado de sal provino de una extracción demasiado elevada de proteínas solubles de la carne lo que ayudo el proceso de secado. La última adición de tocino aseguro que se mantenga una clara diferenciación entre las partículas de grasa y las de carne. La temperatura de la carne durante toda la operación no debió exceder los (0 y 3°C).

e. Embutido

La masa fue embutida en tripas sintéticas las cuales previamente fueron ablandadas con yogurt natural. Durante el embutido fue muy importante mantener una baja temperatura en la mezcla para evitar el manchado. Luego del embutido se controló que no exista presencia de aire dentro del producto, en caso de existir dichas formaciones de gas fueron eliminadas con un agujereado simple.

f. Fermentación

El paso de la fermentación abarco el período en la producción donde el pH alcanzo su nivel más bajo. El tiempo de fermentación del producto fue de 4 horas con temperatura estable de 45 °C. Para obtener una óptima acidificación se consideró los siguientes factores:

- pH inicial: 6.
- Temperatura: 45 °C.
- Concentración de sal y actividad de agua: 2.2 % y 90-95%
- Azúcar fermentable: Glucosa
- Cultivos de bacterias: ácido láctico

g. Secado y Maduración

La etapa del secado abarcó desde el final del ciclo de fermentación hasta el punto donde el embutido logro la pérdida de peso y humedad deseada para la estabilidad microbiana y se obtuvo la madurez deseada. El secado estuvo acompañado con la maduración, además modificando las propiedades organolépticas del producto, impartiendo aroma y sabor característico.

h. Análisis de los resultados

Una vez obtenidos los datos experimentales se procedió al análisis de los mismos en base a los resultados que reportaron la aplicación de estadística descriptiva. Se buscó también relacionar los resultados reportados con lo establecido en las bases teóricas referentes a los proceso de secado y curado, además se contempló el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos en normativas legales en lo referente a productos madurados.

G. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Curvas de secado

Las curvas de secado se obtuvieron a partir de un experimento en el cual se van tomando muestras de partículas periódicamente del lecho, para determinar su contenido de humedad, en base a la siguiente relación matemática:

$$\%w = \frac{m_{H_2O}}{m_T}$$

Donde:

- $\%w$ = contenido de agua
- m_{H_2O} = masa de agua
- m_T = masa total

Posteriormente se realizó la gráfica de la variación de la humedad frente al tiempo para obtener las curvas de secado y conocer la velocidad y fases de secado.

2. Determinación humedad

Los métodos de secado representan los procesamiento de alimentos más comunes para valorar el contenido de humedad en los alimentos; se calculó el porcentaje en agua por la pérdida en peso debida a su eliminación por calentamiento bajo condiciones normalizadas. Aunque dichos métodos dan buenos resultados que pueden interpretarse sobre bases de comparación, resulto preciso considerar que:

- Algunas veces resulta difícil eliminar por secado toda la humedad presente.
- A cierta temperatura el alimento es susceptible a sufrir pérdidas en la calidad funcional, con lo que se volatilizan otras sustancias además de agua,
- También pueden perderse otras materias volátiles aparte de agua.

El principio operacional del método de determinación de humedad utilizando estufa con o sin utilización complementaria de vacío, incluyo la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra. Para la determinación de la humedad se debió utilizar el siguiente procedimiento:

- Se aplicó las cápsulas perfectamente limpias en la estufa a 103 °C con una varilla de vidrio, durante dos horas. Después de este tiempo se enfrió en el desecador hasta temperatura ambiente y se pesó la capsula en la balanza analítica. La manipulación debió hacerse con pinzas.
- Se colocó en la cápsula con la varilla de vidrio, entre 5-10 g de muestra que previamente habrá sido triturada.

- Se introdujo la cápsula en la estufa a 103 ± 2 °C y se mantuvo entre 3 y 6 horas dicha temperatura la muestra dentro de la estufa, dependiendo del tipo de alimento.
- Transcurrido el tiempo de secado, se retiró la cápsula de la estufa y se dejó enfriar la muestra en un desecador, para proceder posteriormente a pesar cuando se alcanzó la temperatura ambiente. Se repitió el secado y pesado hasta que dos pesos consecutivos fueran constantes, lo que significó que la muestra perdió toda el agua.

3. Determinación del contenido de cenizas

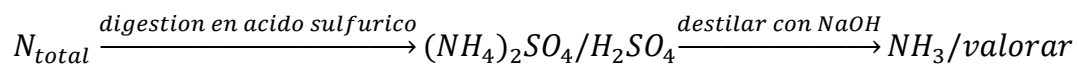
Las cenizas representan los residuos inorgánicos de los alimentos que permanecieron en la muestra posterior a la ignición u oxidación completa de la materia orgánica. Para la determinación de cenizas toda la materia orgánica se oxido en ausencia de flama a una temperatura que fluctúa entre los 550 -600°C; el material inorgánico que no se volatilizo a dicha temperatura estaba representada por la ceniza, para ello se pesó un gramo de muestra en un crisol previamente tarado y se realizó la calcinación de la muestra, para posteriormente pesar el crisol y obtener la cantidad de cenizas totales.

4. Determinación de lípidos

La determinación de lípidos consistió en una extracción semi-continua con disolvente donde una cantidad de disolvente rodeo la muestra y se calentó hasta llegar al punto de ebullición, una vez que dentro del Soxhlet el líquido condensado llegara a cierto nivel fue sifoneado de regreso al matraz de ebullición, la grasa se midió por pérdida de peso de la muestra o por cantidad de muestra removida.

5. Determinación de proteína

Mediante el procedimiento de referencia Kjeldahl se determinó la materia nitrogenada total, que incluyo tanto las no proteínas como las proteínas verdaderas. El método de Kjeldahl consistió de las siguientes etapas:



En la mezcla de digestión se incluyó sulfato sódico para aumentar el punto de ebullición y un catalizador para acelerar la reacción, tal como sulfato de cobre. El amoniaco en el destilado se retuvo o bien por un ácido normalizado y se valoró por retroceso, o en ácido bórico y valora directamente.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE OPERACIÓN DEL EQUIPO

1. Pérdida de peso y humedad de las muestras

Para determinar la eficiencia del equipo se realizó una prueba piloto, es decir se procesó con la cámara de secado implementada muestras del alimento representativo (salame) para conocer la velocidad y cantidad de humedad que puede eliminarse, acción que representa el propósito principal de utilizar el equipo objeto de estudio. Para la determinación de la pérdida de humedad (en peso) se realizó la selección de muestras para el secado, para ello se efectuó la elaboración de salame comercial fresco, de un mismo lote y clase de acuerdo a las formulaciones establecidas en el protocolo de producción de la planta de Cárnico de la facultad de Ciencias Pecuarias, para posteriormente realizar el corte de la parte central de cada embutido para obtener porciones de un tamaño similar. Cada porción (muestra) fue pesada inicialmente y dicho valor representa la masa inicial de cada muestra.

Posteriormente se colocó en una bandeja de secado todas las muestras procurando que se encontraran completamente distribuidas y todas estén en contacto con la bandera de la misma manera. Una vez realizada la actividad antes descrita se encendió la cámara de secado, colocando las muestras en su interior y regulando los controladores para que la temperatura se mantenga estable. Se estableció intervalos de tiempo para realizar el monitoreo de las condiciones de cada muestra, para ello cada día se realizó a la misma hora el pesaje de las muestras, registrando el peso obtenido frente al tiempo de secado, obteniéndose los resultados registrados en el cuadro 4 y descritos en el (gráfico 1). Para poder tener una base de datos manejable los periodos de tiempo a analizarse las muestras fueron a los días 1; 5; 10; 15; 20; 25; 30, lo cual representa un tiempo prudencial para lograr la maduración de las muestras.

Cuadro 4. RESULTADO DEL PESAJE LAS MUESTRAS DE ALIMENTO REPRESENTATIVO (SALAME) PROCESADO EN LA CÁMARA DE SECADO Y MADURACIÓN FRENTE AL TIEMPO DE SECADO.

VARIABLE	TIEMPO DE SECADO, Días							
	Día 0	Día 1	Día 5	Día 10	Día 15	Día 20	Día 25	Día 30
Peso de la muestra promedio, g	491,0	483,8	470	431,8	399,3	332,5	305,3	294,3
Pérdida de peso en cada medición, g	0	7,2	13,8	38,2	32,5	66,8	27,2	11
Error típico	20,4	21,2	19,8	23,5	24,3	13,4	14,4	14,1
Mediana	495	490,5	468,5	414	382,5	338,5	312,5	300
Moda	-	-	-	-	-	-	-	-
Desviación estándar	40,9	42,4	39,6	47	48,5	26,8	28,7	28,2
Mínimo	444	434	426	398	362	295	266	259
Máximo	530	520	517	501	470	358	330	318
Suma	1964	1935	1880	1727	1597	1330	1221	1177
Nivel de confianza (95,0%)	65	67,5	62,9	74,7	77,2	42,6	45,7	44,9

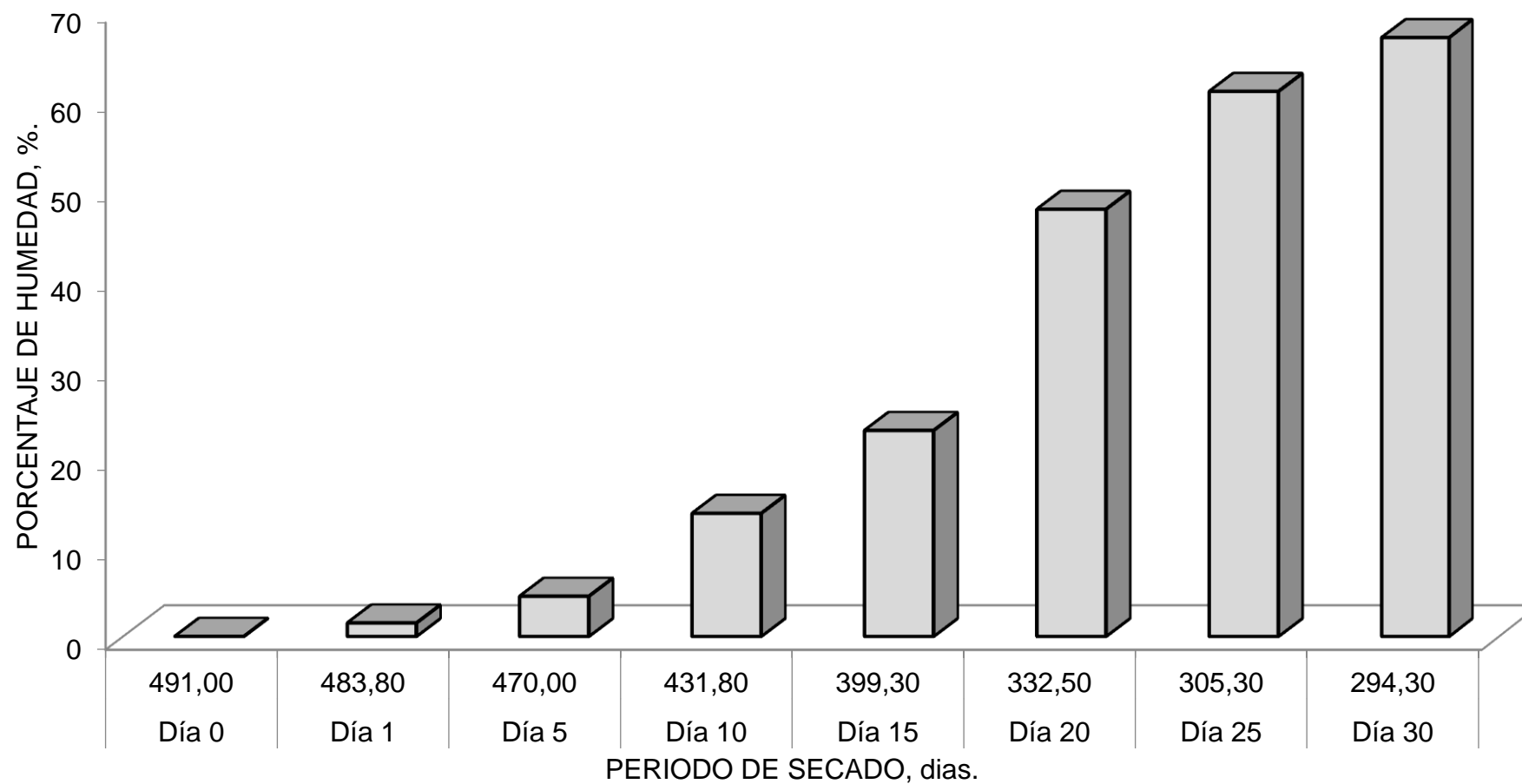


Gráfico 1. Porcentaje de humedad removido de las muestras de salame procesadas en la cámara de secado y maduración frente al tiempo de secado.

Al valorar el peso de la muestra frente al tiempo de secado utilizando la cámara de secado y maduración se registra que en cada uno de los lapsos de tiempo registrados se presentó pérdida de peso en las muestras, lo que implica que el alimento pierde humedad producto de ser procesado en el equipo analizado, operación principal para la cual ha sido diseñado.

En el primer día de análisis (es decir cuando el tiempo de secado era igual a 0) las muestras registraron un peso igual a 491,0 g promedio. A medida que el tiempo de secado fue mayor se verificó que las muestras perdieron peso (representado por la humedad extraída del alimento) hasta alcanzar un peso final igual a 294,3g a los 30 días de secado. La cantidad de humedad extraída (en peso y porcentaje) en función del tiempo de secado se registra en el (cuadro 5).

La valoración de la cantidad de humedad contenida en un alimento es un indicativo de su estabilidad, en vista a que la humedad participa en las reacciones químicas de descomposición del alimento. En productos alimenticios con un alto contenido de humedad la proliferación bacteriana es inmediata y acelerada, en vista a que disponen de un medio para movilización, dispersión e incrementa la biodisponibilidad de nutrientes. No obstante, si se minimiza la cantidad de humedad se cambia las condiciones favorables al desarrollo de las bacterias y el desarrollo de las mismas se ve desacelerado, e incluso detenido. Es por ello que con la utilización de la cámara de maduración y secado se favorece al incremento de la vida de anaquel del producto alimenticio procesado (salame), evitando la proliferación bacteriana y evitando la degradación de los componentes nutricionales que dan la calidad al producto, mejorando la aceptación de los consumidores, logrando generar un valor agregado al producto y competitividad en el mercado. Además con la disminución de la humedad se logra mantener las condiciones organolépticas del alimento, en vista a que muchos de los subproductos de la descomposición del alimento presentan olores y sabores desagradables, condición que es demandada por los consumidores, en vista a que asocian el sabor y olor con la frescura y calidad del producto alimenticio que están consumiendo.

Cuadro 5. CANTIDAD DE HUMEDAD REMOVIDA EN LAS MUESTRAS DEL ALIMENTO REPRESENTATIVO FRENTE AL TIEMPO DE SECADO UTILIZANDO LA CÁMARA DE SECADO Y MADURACIÓN.

Tiempo de Secado	Peso de la Muestra	Pérdida de peso en cada periodo analizado	Pérdida de peso acumulada	Porcentaje de humedad removida
Día 0	491,00	-	-	-
Día 1	483,80	7,20	7,2	1,48
Día 5	470,00	13,80	21	4,46
Día 10	431,80	38,20	59,2	13,71
Día 15	399,30	32,50	91,7	22,96
Día 20	332,50	66,80	158,5	47,66
Día 25	305,30	27,20	185,7	60,82
Día 30	294,30	11,00	196,7	66,83

Es por ello que con la utilización del equipo de secado y maduración se logra incrementar la calidad del producto procesado (salame), condición productiva que se puede transmitir a gran escala logrando resultados que potenciaran al desarrollo productivo del entorno.

2. Determinación de la velocidad de secado

Para la determinación de la velocidad de secado se utilizó los datos de pérdida de humedad en cada periodo de tiempo analizado frente al tiempo de secado que transcurrió entre cada análisis. Los valores de la velocidad de secado registrados se describen en el cuadro 6 y se ilustran en el (gráfico 2).

La velocidad de secado describe la cinética en el proceso de eliminación del agua en vista a que, a pesar de mantener una temperatura constante, la tasa de agua que se elimina del alimento fluctúa con respecto al tiempo, esto se debe a que principalmente la energía (en forma de calor) ingresa desde las paredes externas del alimento hacia el interior, y en las zonas donde la composición es diferente (debido a errores en el mezclado) la velocidad con que atraviesa el calor la sección es diferente y por ende el secado se realiza a una tasa no homogénea.

Dentro de las muestras de alimento existen dos tipos de humedad, la humedad ligada y la humedad libre. La primera clase representa a la cantidad de agua que se encuentra asociada química o físicamente con otros componentes, mientras que la segunda clase representa al agua que no se encuentra asociada con ningún otro componente. Dentro del proceso de secado la humedad libre presenta una mayor facilidad de remoción, para que el agua contenida en dicha clase se evapore debe absorber una cantidad de energía que le permita únicamente cambiar de fase. No obstante la humedad ligada presenta una ligera dificultad en el proceso de secado, en vista a que las moléculas de agua de esta clase deben absorber energía (en forma de calor) igual o superior a la energía de los enlaces que las mantienen asociadas a los restantes componentes y la energía necesaria para cambiar de fase.

Cuadro 6. DATOS REPORTADOS DE LA VELOCIDAD DE SECADO DE LAS MUESTRAS DE ALIMENTO REPRESENTATIVOS (SALAME) FRENTE AL TIEMPO DE SECADO.

Tiempo de secado	Tiempo entre mediciones	Peso de la muestra	Pérdida de peso en cada periodo analizado	Velocidad de secado
Día 0	1	491,00	0	0
Día 1	4	483,80	7,20	7,20
Día 5	5	470,00	13,80	3,45
Día 10	5	431,80	38,20	7,64
Día 15	5	399,30	32,50	6,50
Día 20	5	332,50	66,80	13,36
Día 25	5	305,30	27,20	5,44
Día 30	0	294,30	11,00	2,20

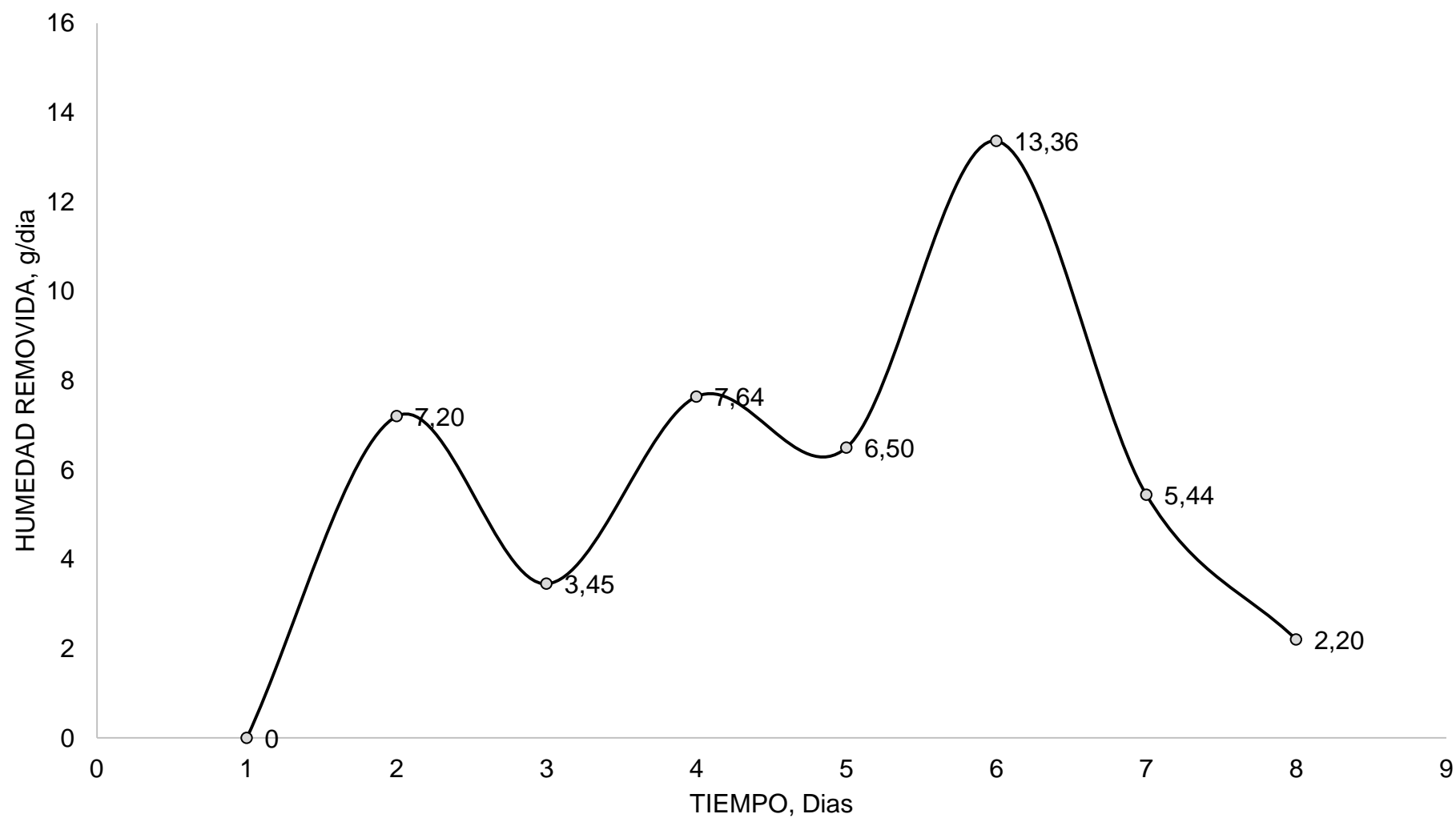


Gráfico 2. Velocidad de secado de las muestras de alimento representativos (salame) frente al tiempo de secado.

En vista a las diferentes clases de humedad existentes en los alimentos la velocidad de secado fluctúa, ya que el agua procedente de la humedad libre se evapora en un periodo de tiempo más corto y con una tasa de evaporación mayor frente al agua procedente de la humedad ligada, debido a la diferencia en la cantidad de energía que requieren para poder cambiar de fase y salir del alimento. Es por ello que la velocidad de secado a los 20 días presenta un mayor valor, el cual es igual a 13,30 g de humedad removida por día, ya que en dicho periodo de tiempo la tasa de remoción del agua procedente de la humedad ligada y la tasa de remoción del agua procedente de la humedad libre presentan la máxima el mayor valor. No obstante en los periodos de secado correspondiente a los días 25 y 30 se registró una disminución sustancial en la velocidad de secado, hasta valores iguales a 5,44 y 2,20 g/día respectivamente, en vista a que la humedad libre en ese periodo de tiempo debió ser eliminada completamente y el agua removida únicamente perteneció a la humedad ligada, la cual presenta una velocidad muy inferior por la cantidad de energía que se requiere, como se muestra en el (cuadro 7).

Cuadro 7. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE SECADO FRENTE AL TIEMPO DE SECADO DE LAS MUESTRAS DE SALAME PROCESADAS EN LA CÁMARA DE SECADO Y MADURACIÓN.

Periodo de tiempo, días	Velocidad, gramos/día
Día 0	0
Día 1	7,20
Día 5	3,45
Día 10	7,64
Día 15	6,50
Día 20	13,36
Día 25	5,44
Día 30	2,20

En vista a los resultados obtenidos referentes a la velocidad de secado se puede determinar que el tiempo de secado optimo es igual a 20 días, en vista que dentro de ese periodo de tiempo la velocidad presenta valores incrementales, en tanto que los días posteriores los valores decrecen, debido a la eliminación inicial de la humedad relacionada con el contenido de agua libre y posterior eliminación de la humedad relacionada al contenido de agua ligada.

Uno de los principales métodos de conservación de los alimentos está representada por la eliminación de la humedad. En alimentos con un contenido de humedad bajo la actividad microbiana se ve ampliamente reducida en comparación con alimentos con contenidos de humedad elevados, en los cuales se manifiestan todas las condiciones ideales para el desarrollo microbiano. Es importante además considerar el valor de la actividad de agua libre (determinada por la relación entre la cantidad de agua libre y la cantidad de humedad total). En alimentos con una actividad de agua libre alta (es decir un contenido de agua libre mayor al contenido de agua ligada) las condiciones son propicias para el desarrollo microbiano, el cual genera la pronta descomposición del alimento, en vista de que tiene el medio por el cual asimilar los nutrientes, desplazarse y multiplicarse. Es por ello que al eliminar el agua libre mediante secado se genera la disminución de los elementos biológicos microscópicos degradantes de los alimentos, debido a que se limita la biodisponibilidad de los nutrientes y se elimina el medio de propagación por movilización de dichos microorganismos.

No obstante la humedad también está relacionada con la palatabilidad de los alimentos (sensación que genera el alimento al ser consumido), debido a que influye directamente con la dureza y consistencia del producto alimenticio. En alimentos que se ha eliminado la humedad hasta niveles muy bajos la sensación generada en el consumidor no es la adecuada, debido a que el mismo asociara dicha sensación con un alimento sobrecozido o muy procesado. Es por ello que el tiempo de secado óptimo para el salame con la utilización de la cámara de secado está en el rango de 15 a 20 días, donde se ha eliminado el agua libre (debido al repentino decrecimiento de la velocidad de secado), generando que el actividad de agua libre se reduzca hasta niveles de conservación adecuados y se mantiene

una humedad ideal dentro del producto para que la palatabilidad del producto sea la adecuada, estando representada dicha humedad principalmente por humedad ligada, la cual no es un medio de desarrollo microbiano.

3. Contenido de ceniza

Al realizar la valoración de las características bromatológicas de las muestras del alimento representativo (salame) que fueron procesadas en la cámara de maduración se obtuvo que dicho parámetro de calidad alimenticio cumple con los parámetros de calidad exigidos por la norma del MINISTERIO DE SALUD DEL PERÚ específicamente en el contenido de ceniza para dicho alimento como se muestra en el (cuadro 8). La normativa nacional referente a la calidad del salame no dispone de valores establecidos para el control del contenido de ceniza, es por ello que se aplicó como normativa de referencia el texto homólogo aplicativo a dicho alimento establecido en Perú.

Cuadro 8. RESULTADO DE LA VALORACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZA REALIZADO A LAS MUESTRAS DE SALAME PROCESADAS EN LA CÁMARA DE SECADO Y MADURACIÓN.

ESTADÍSTICO	VALOR
Media	3,503
Error típico	0,160
Mediana	3,450
Desviación estándar	0,320
Mínimo	3,190
Máximo	3,920
Nivel de confianza (95,0%)	0,508

Las muestras del alimento representativo procesadas dentro de la cámara de secado y maduración obtuvieron un valor promedio igual a 3,503% referente al contenido de ceniza, en tanto que la normativa de referencia exige que como máximo el salame debe contener ceniza en un 4,000%, valores que reflejan la idoneidad de la cámara en el procesamiento de los alimentos sometidos a secado y maduración (principalmente derivados lácteos).

Las cenizas representan la fracción sólida que no se volatiliza después de someter al alimento a temperaturas superiores a 500°C y están constituidas principalmente por los minerales del alimento analizados. Los minerales se encuentran dentro del grupo de los micronutrientes, los cuales deben ser consumidos en mínimas cantidades dentro de las dietas alimenticias para mantener el balance nutricional.

Al disminuir el contenido de humedad por secado se genera un efecto de concentración de los restantes nutrientes (entre ellos la ceniza), en vista a que en la solución o mezcla al eliminar uno de sus componentes necesariamente se genera un incremento en el porcentaje de los restantes, razón por la cual se puede aseverar que los alimentos procesados dentro de la cámara de secado y maduración disponen de un contenido nutricional mayor a los alimentos sin procesar.

4. Contenido de proteína

Al realizar la valoración de las características bromatológicas de las muestras de alimento representativo (salame) que fueron procesadas en la cámara de maduración se obtuvo que cumplen con los parámetros de calidad exigidos por la norma NTE INEM 781 específicamente en el contenido de proteína para dicho alimento, lo cual indica que al utilizar la cámara objeto del presente estudio se obtienen productos que cumplen con los estándares exigidos por las entidades de regulación de la calidad nacional, como se muestra en el (cuadro 9).

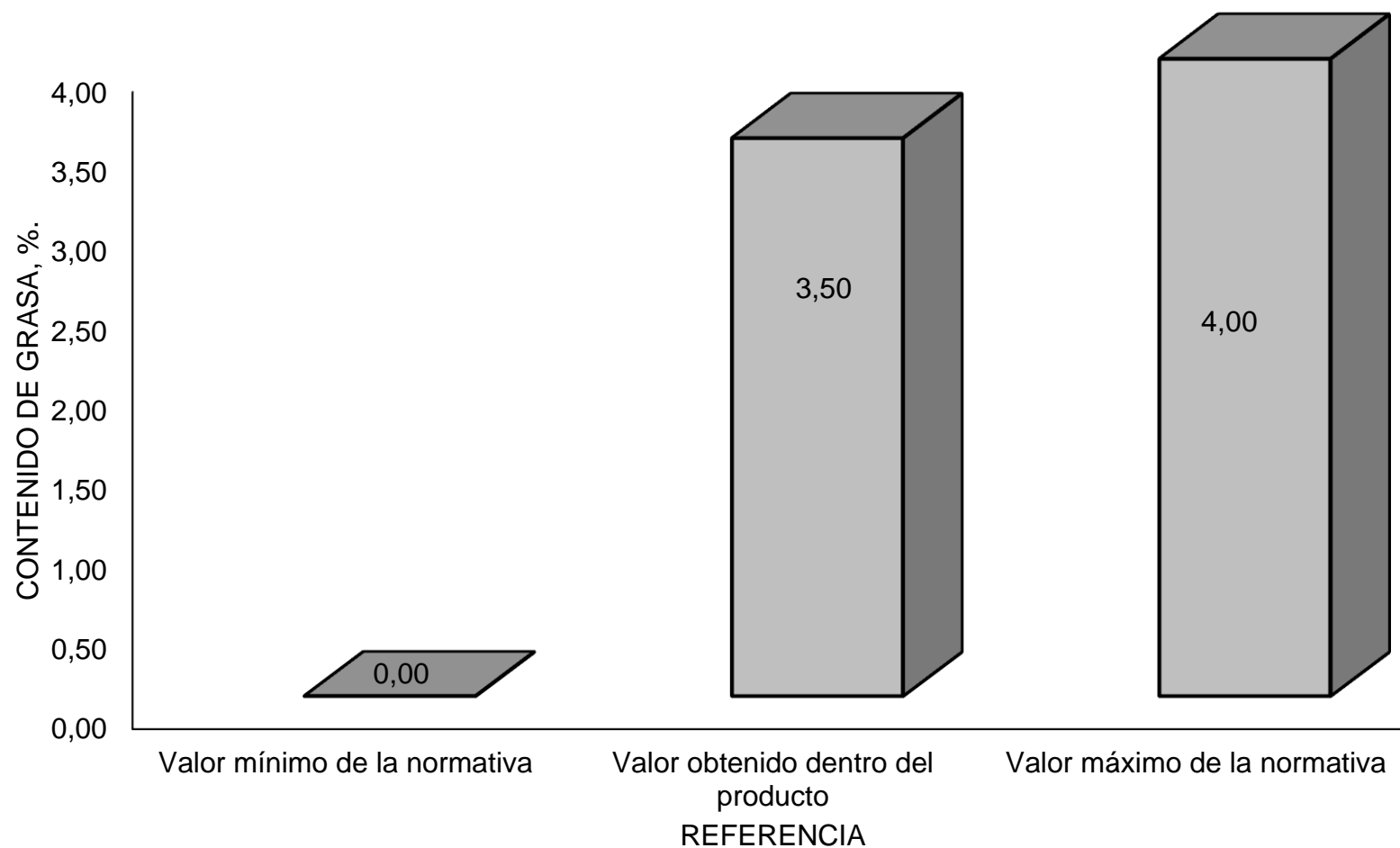


Gráfico 3. Comparación del contenido de ceniza con el valor establecido en la normativa establecida por el Ministerio de Salud del Ecuador para la calidad de Salame.

Cuadro 9. RESULTADO DE LA VALORACIÓN DEL CONTENIDO DE PROTEÍNA REALIZADO A LAS MUESTRAS DE SALAME PROCESADAS EN LA CÁMARA DE SECADO Y MADURACIÓN.

ESTADÍSTICO	VALOR
Media	20,495
Error típico	0,293
Mediana	20,550
Desviación estándar	0,586
Mínimo	19,870
Máximo	21,010
Valor mínimo de la normativa	14,000
Nivel de confianza (95,0%)	0,933

Las muestras del alimento representativo procesadas dentro de la cámara de secado y maduración obtuvieron un valor promedio igual a 20,495% referente al contenido de proteína, en tanto que la normativa de referencia exige que como mínimo el salame debe contener proteína en un 14% y como máximo un 40%, valores que reflejan la idoneidad de la cámara en el procesamiento de los alimentos sometidos a secado y maduración (principalmente derivados cárnicos), como se muestra en el (gráfico 4).

En vista a que el salame es un derivado cárnico el principal parámetro de calidad está representado por el contenido de proteína, en vista a que los productos cárnicos son consumidos principalmente para el aporte necesario de proteína. La etapa de maduración en los derivados cárnicos conlleva a la degradación de la proteína en los péptidos y aminoácidos con que está conformada, lo cual conlleva a una disminución del contenido de la proteína. Aseveración que permitiría concluir que un alimento madurado y secado que no presente los niveles de proteína adecuados se deberá principalmente por fallos en los procesamientos o los equipos con que se está elaborado. Al verificarse por medio de los análisis de laboratorio que la proteína se encuentra en el rango establecido para la valoración de la calidad del salame es indicativo directo del correcto funcionamiento de la cámara de secado y el idóneo proceso por el cual se genera.

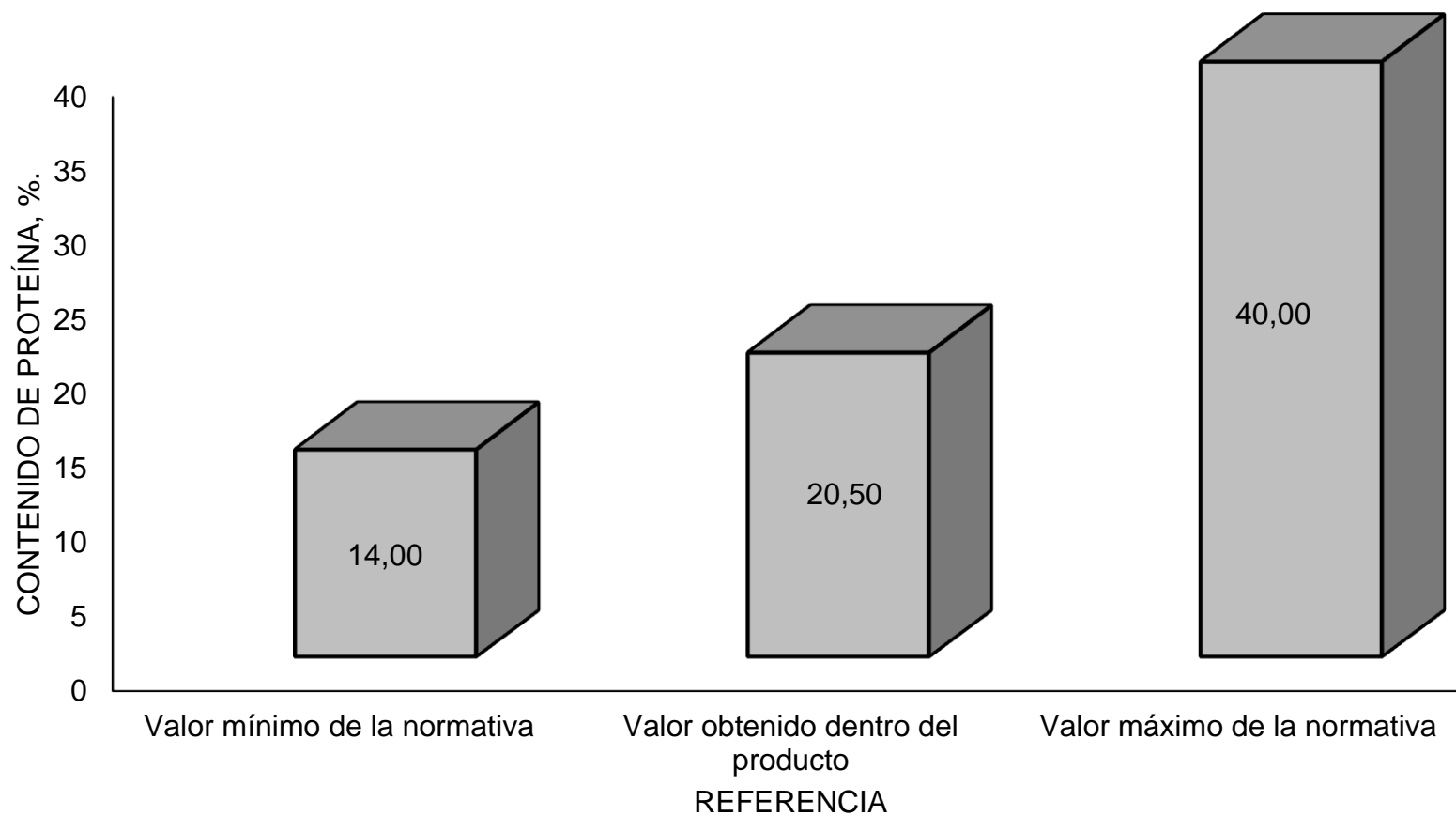


Gráfico 4. Comparación del contenido de proteína con el valor establecido en la normativa NTE INEM 781 para la calidad de Salame.

5. Contenido de lípidos

Al realizar la valoración de las características bromatológicas de las muestras de alimento representativo (salame) que fueron procesadas en la cámara de maduración se obtuvo que cumplan con los parámetros de calidad exigidos por la norma mexicana NMX-F-142-1970 específicamente en el contenido de grasa para dicho alimento como se muestra en el (cuadro 10). La normativa nacional referente a la calidad del salame no dispone de valores establecidos para el control del contenido de grasa, es por ello que se aplicó como normativa de referencia el texto homologo aplicativo a dicho alimento establecido en México. Las muestras del alimento representativo procesadas dentro de la cámara de secado y maduración obtuvieron un valor promedio igual a 18,135% referente al contenido de lípidos, en tanto que la normativa de referencia exige que como máximo el salame debe contener lípidos en un 25%, valores que reflejan la idoneidad de la cámara en el procesamiento de los alimentos sometidos a secado y maduración (principalmente derivados lácteos).

Cuadro 10. RESULTADO DE LA VALORACIÓN DEL CONTENIDO DE LÍPIDOS REALIZADO A LAS MUESTRAS DE SALAME PROCESADAS EN LA CÁMARA DE SECADO Y MADURACIÓN.

ESTADÍSTICO	VALOR
Media	18,135
Error típico	0,131
Mediana	18,060
Desviación estándar	0,262
Máximo	25,000
Valor máximo de la normativa	25,000
Nivel de confianza (95,0%)	0,418

Los lípidos representan el contenido graso que presentan los alimentos. Dentro del grupo principal de nutrientes alimenticios (lípidos, carbohidratos y proteínas) el contenido graso representa la fuente energética más calórica, en vista a que 1 g de carbohidratos y 1 g de proteína generan 4 kcal en tanto que 1 g de lípidos generan al ser consumidas 9 kcal. No obstante en alimentos con excesiva cantidad de grasas la consistencia, apariencia y sabor presentan características que son rechazadas por el consumidor, sin embargo, al aplicar la cámara de secado para el procesamiento de salame se logra productos con un contenido de lípidos adecuado, en comparación con los valores de la normativa de referencia, lo cual es indicativo de que funcionalmente y sensorialmente el alimento obtenido será idóneo, como se indica en el (Gráfico 5).

Al verificarse por medio de los análisis proximales respectivos que los productos alimenticios obtenidos con la aplicación de la cámara de secado y maduración cumplen con los parámetros de calidad establecidos se puede aseverar que los componentes, funcionamiento, utilización, variables de proceso y manejo del equipo es el adecuado para los objetivos establecidos, es decir para la experimentación a nivel de laboratorio, en vista a que todas las condiciones de procesamiento se encuentran correctamente establecidas y el equipo opera de manera adecuada, permitiendo que los resultados obtenidos en la experimentación sean reales y los márgenes de error que se derivan de condiciones aleatorias no son representativos y pueden despreciarse.

Cabe recalcar además que los mandos de control y sensores de operación brindan la información necesaria para conocer de manera exacta como se desarrolla el proceso de secado y maduración de los alimentos dentro de la cámara, lo cual permitirá relacionar los resultados obtenidos con estímulos generados, proceso en el cual se basa la experimentación.

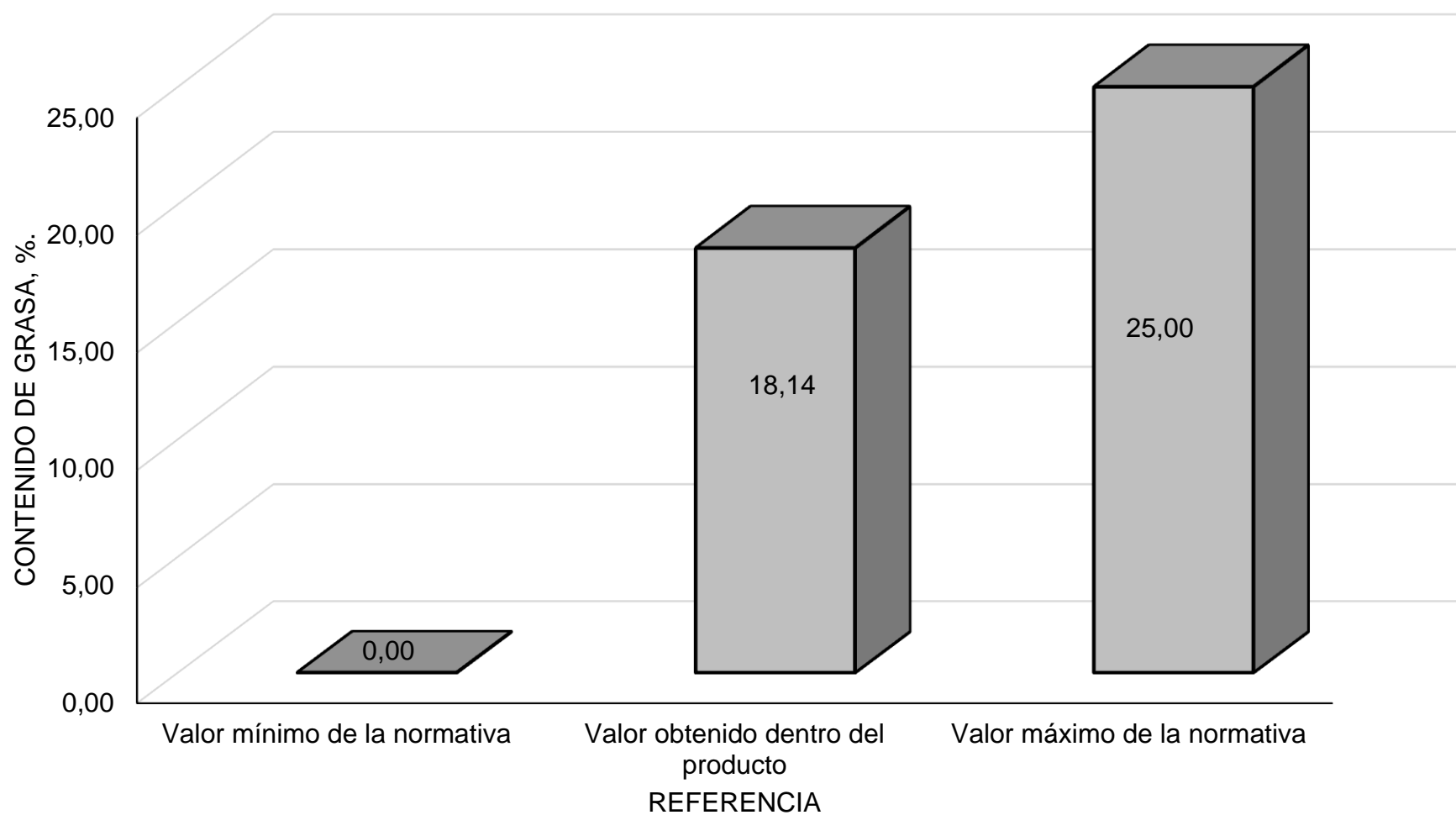


Gráfico 5. Comparación del contenido de grasa con el valor establecido en la normativa NMX-F-142-1970 para la calidad de Salame.

B. MANUAL DE OPERACIÓN DEL EQUIPO

1. Especificaciones del equipo

Los principales componentes del equipo que se deben considerar dentro de la operación y mantenimiento son:

- Cámara de secado fabricada en acero inoxidable Aisi 430 – 304 con un espesor de 0.7 exterior e interior. 50 x 50 x 80.
- Aislamiento térmico en lana de vidrio.
- Control de secado con resistencia eléctrica y ventilador, parada automática a temperatura programada.
- Interior equipado con 4 guías horizontales que permite colgar el producto.
- Puerta con burletes magnéticos.

2. Puesta en operación del equipo

Para iniciar el proceso de secado y maduración se debe realizar el siguiente procedimiento:

- Verificar que el cable de alimentación este correctamente aislado y que existan zonas en el que estén expuestos los hilos metálicos de conducción.
- Verificar que la clavija de conexión a tierra este correctamente instalada.
- Verificar que no exista ningún elemento en el interior de la cámara de secado.
- Conectar el equipo en un tomacorriente que tenga la misma tensión que la requerida para la alimentación del equipo y que disponga de conexión a tierra.

- Encender el equipo.
- Dentro del cuadro de mando seleccione la temperatura que quiera usar para determinada función.
- Esperar que el equipo alcance la temperatura programada.
- Una vez que se alcanzó la temperatura deseada se activa una alarma que indica que la temperatura es la adecuada y el equipo se apagará automáticamente.
- La luz indicadora se encenderá siempre que la máquina esté funcionando.
- Colgar los embutidos en las varillas superiores del equipo.
- Cerrar la puerta de la cámara de maduración y secado.
- Utilizar los tiempos y temperaturas recomendados según el producto a madurar.
- Cuando la temperatura programada se aproxime, las resistencias se apagaran automáticamente por varias veces.
- Al alcanzar el tiempo esperado de maduración se debe primeramente apagar el equipo para proceder a retirar el producto alimenticio.
- Con la ayuda de guantes para temperatura retirar del interior el producto alimenticio procesado.
- Cerrar la puerta de la cámara y desconectar el equipo

3. Limpieza del equipo

Cada vez que se finalice un lote de procesamiento se debe proceder a la limpieza del equipo para ello se debe:

- Siempre apagar y esperar a que se enfríe por completo el equipo antes de limpiarlo o moverlo.
- Las superficies externas se deberán limpiar con un paño húmedo y con un detergente suave.
- No utilizar productos abrasivos o esponjas metálicas que puedan dañar la superficie.
- Tener especial cuidado de no rayar el material que recubre el equipo.
- Asimismo evitar rayar la superficie de la cavidad interna del equipo.
- Limpiar las varillas y la cavidad después de cada uso.
- Lavar dichos elementos en agua caliente suave.
- Enjuagar y secar apropiadamente.
- Limpiar el interior de la cavidad del equipo con limpiadores no abrasivos y esponjas suaves luego de cada uso.
- Enjuagar y secar cuidadosamente.
- Evitar limpiar o frotar las superficies en forma enérgica a fin de evitar su rayado.
- Evitar utilizar aerosoles u otros limpiadores abrasivos ya que pueden manchar, rayar u opacar la superficie del horno.
- Enjuagar y secar cuidadosamente todas las partes de la cavidad antes de cerrar la puerta.
- Evitar enrollar el cable de alimentación alrededor de la unidad.
- No tirar del cable de alimentación, podría dañarlo.

4. Instrucciones de seguridad

Se deben cumplir normas de seguridad básicas con fin de evitar daños y accidentes personales:

- No tocar las superficies calientes sin protección.
- Emplear guantes cuando coloque o remueva objetos de la cámara de maduración y secado de embutidos.
- No se debe mover el artefacto tirando del cable de alimentación.
- Se debe verificar que el cable no esté atrapado, aplastado o quede en el borde de mesas, parrillas o en contacto con superficies calientes.
- Periódicamente se debe revisar el cable de alimentación.
- No se debe emplear el producto con el cable de alimentación dañado.
- Si el producto presenta signos de mal funcionamiento o está dañado en alguna forma no debe ser utilizado.
- No se debe emplear esponjas metálicas en la limpieza del equipo. Podrían desprenderse pequeñas limallas que al tocar partes eléctricas podrían constituir un riesgo de descarga eléctrica.
- Se debe apagar la unidad cuando no se esté utilizando o antes de limpiarla.
- Se debe esperar que la unidad se enfríe antes de limpiarla.
- Colocar el equipo en una superficie firme y nivelada.
- No colocar alimentos de grandes dimensiones o accesorios metálicos. Estos podrían ser riesgo de incendio o descarga eléctrica.

- No cubrir al equipo con papel metálico. Esto puede producir un sobrecalentamiento de la cámara.
- Es absolutamente necesario mantener limpio el equipo teniendo en cuenta que el mismo está permanentemente en contacto con alimentos.
- No utilizar la cavidad de la maquina como lugar para guardar elementos que no correspondan a su fin.
- No permitir que nada quede en contacto con el elemento calefactor.
- Las partes exteriores pueden tornarse muy caliente durante el funcionamiento de la unidad.
- El equipo debe estar conectado a tierra. En caso de no tener tomacorriente con tres espigas, bajo ninguna circunstancia puede cambiarse la ficha de la unidad por otra de dos espigas, ni usar adaptadores, ya que se anula la protección efectiva de la toma a tierra.
- Conectar el equipo en un circuito eléctrico independiente.

C. COSTO Y FINANCIAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

En vista de que la cámara de secado representa un equipo para la producción alimenticia resulto necesario analizar económicamente la factibilidad de la aplicación de la cámara para la generación de réditos económicos mediante la comercialización de los productos generados. En el cuadro 11 se detalla los costos constructivos de la cámara de secado y maduración.

Cuadro 11. DETALLE DE LOS COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA CÁMARA DE SECADO Y MADURACIÓN.

Detalle	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Caja acero inoxidable aisi 304 50*50*80.	1	400.00	400.00
Puerta de acero inoxidable con burletes magnéticos	1	80.00	80.00
Ventilador.	1	60.00	60.00
Patas de soporte	4	8.00	32.00
Perilla de encendido de ventilador	1	5.00	5.00
Perilla de encendido de resistencias	1	8.00	8.00
Varillas de colgado. Aisi 304	4	18.00	72.00
Termohigrómetro	1	60.00	60.00
Resistencia térmica	2	20.00	40.00
Cable de conexión electrica	2	6.00	12.00
Candado de puerta	1	4.50	4.50
Caja automatizada de control de temperatura y tiempo.	1	195.00	195.00
TOTAL			966.50

V. CONCLUSIONES

Al finalizar la investigación se formuló las siguientes conclusiones:

- Se construyó la cámara de secado y maduración para derivados cárnicos con materiales que permitan alcanzar una vida útil de 5 años, debido a las características antioxidantes, con una calidad y resistencia que permita la operación adecuada sin presentar fallas tempranas.
- Se realizó la implementación de una cámara de secado y maduración de embutidos, en la Planta de Cárnicos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, teniendo como criterios de selección y diseño las condiciones de operación del secado de los alimentos, características del espacio destinado para albergar la cámara, seguridad en la operación y facilidad en la recolección de datos del proceso para la experimentación y enseñanza.
- Se elaboró una guía de operación, seguridad y mantenimiento de la misma donde se incluyen los lineamientos principales para la puesta en operación del equipo, el correcto mantenimiento para asegurar el cumplimiento de la vida útil (5 años) y medidas de seguridad a considerarse en la operación de la cámara para evitar la incidencia de accidentes.
- Al evaluar la cámara de secado se obtuvieron productos (salames) que cumplen con los estándares de calidad exigidos en normativas de referencia valorando los principales parámetros bromatológicos (contenido de proteínas, lípidos y cenizas).
- Se determinó los costos de construcción de la cámara de secado, obteniendo un coste total igual a \$966,50, valor que es compensado por la alta eficiencia y funcionalidad del equipo.

VI. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones se recomienda:

- Se recomienda aplicar todas las directrices y normativas especificadas en la guía de Operación y Mantenimiento de la cámara, para asegurar la obtención de los resultados más óptimos con un menor gasto energético y sin ocasionar daños en el equipo.
- Se recomienda realizar el mantenimiento programada dentro de la Guía de Mantenimiento y Operación de la cámara para lograr un correcto desempeño del equipo y alcanzar la vida útil con la que fue construida.
- No realizar la manipulación del producto innecesaria durante el proceso de secado y maduración, para así evitar la contaminación del alimento y la pérdida total de la calidad del producto.
- Incentivar la investigación en el proceso de secado y maduración en vista de que se obtienen productos con un valor agregado alto para un mercado exclusivo generando de esta manera altos réditos económicos que fomentaran el desarrollo productivo.

VIII. LITERATURA CITADA

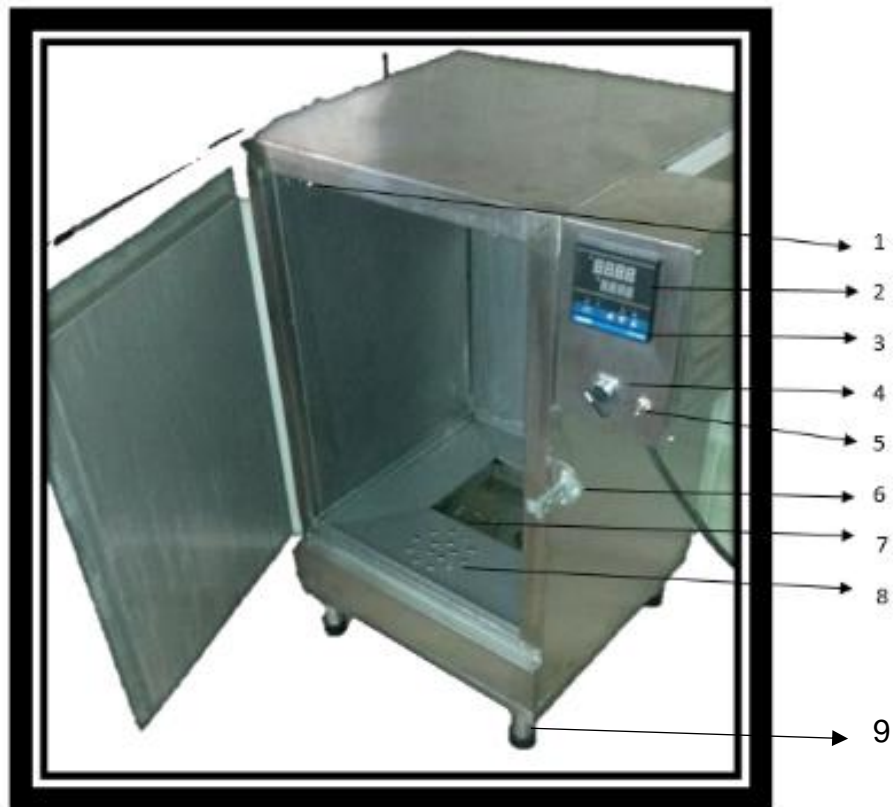
1. AMV, E . 1994. Métodos oficiales de análisis de los alimentos. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa. pp 84-88.
2. BROWN, R. (2016). Eficiencia en cámaras de secado. Disponible en: <http://www.wagronegociosecuador.ning.com>.
3. CLAUDIA, A. (2016). Como se realiza una cámara de secado. Disponible en: <https://www.scribd.com>.
4. DISTRITO FEDERAL DE MÉXICO, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO. 2008. Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos.
5. EDUALIMENTARIA. (2016). Las características del Salame. Disponible en: <http://www.edualimentaria.com>.
6. FRAZIER, W.C. (2016). Métodos de la conservación de la carne. Disponible en: <http://www.metodosdeconservacionencarne.blogspot.com>.
7. GARCÍA, E. 2010. Determinación de la humedad de un alimento por un método gravimétrico indirecto por desecación. Valencia: Universitat Politècnica de València.
8. INCROPERA, P. & DeWITT, P. 1999. Fundamentos de la Transferencia de Calor. México D.F.: Prentice Hall.
9. JIMÉNEZ, F. & CARBALLO, J. 1989. Principios básicos de elaboración de embutidos. Madrid: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. pp 78-92.
10. LASSERAN, J. (2016). Estructura de la carne y partes aprovechables. Disponible en: <http://www.trabajoyalimentacion.consumer.es>.

11. LAWRIE, R. 1998. Ciencia de la carne. 1a ed. Zaragoza, España. Edit Acribia. pp 15 - 19.
12. LOCANTO, I. 15 de 12 de (2014). El clima en Riobamba. Disponible en: <http://riobamba.locanto.com.ec/clima/>
13. LÓPEZ, G. 2000. Tecnología de la carne y de los productos cárnicos. Madrid. AMV. pp 101-120.
14. MANAHÉN IGNOT LAZARO. (2016). Características de los productos cárnicos. Disponible en: <http://www.bioquimicacarnicos.blogspot.com>.
15. MADRID, A. 2001. Nuevo Manual de Industrias Alimentarias. Madrid, España: Edit. AMV. pp 69 - 75.
16. MADRID, MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO. 2002. Sistemas de calidad e inocuidad de los alimentos. Manual de capacitación sobre higiene de los alimentos. pp 480-500.
17. MOREIRAS, O., CARBAJAL, A., CABRERA, L., & CUADRADO, C. 2006. Tablas de composición de alimentos. Madrid. Ediciones Pirámide. pp 600-640.
18. SALINAS, R. 2000. Alimentos y nutrición, introducción a la Bromatología: 1a ed. Barcelona, España. pp 53-69.
19. SCHMIDT, H. 1984. Carne y productos cárnicos su tecnología y análisis. Santiago de Chile. UNIVERSITARIA. pp 200-280.
20. SHELTON, H. 2001. La combinación de los alimentos. Barcelona, España. Edit Obelisco. pp 65 - 74.

21. SUÁREZ, R. 2009. Estudio comparativo de la incidencia de la Forma geométrica del Alimento en la Velocidad de Secado aplicado al Melón Cantaloupe. Guayaquil. Escuela Superior Politécnica del Litoral. pp 60-70.
22. TSCHEUSCHNER, H. 2001. Fundamentos de tecnología de los alimentos. Zaragoza, España. Edit Acribia. pp 36 - 39

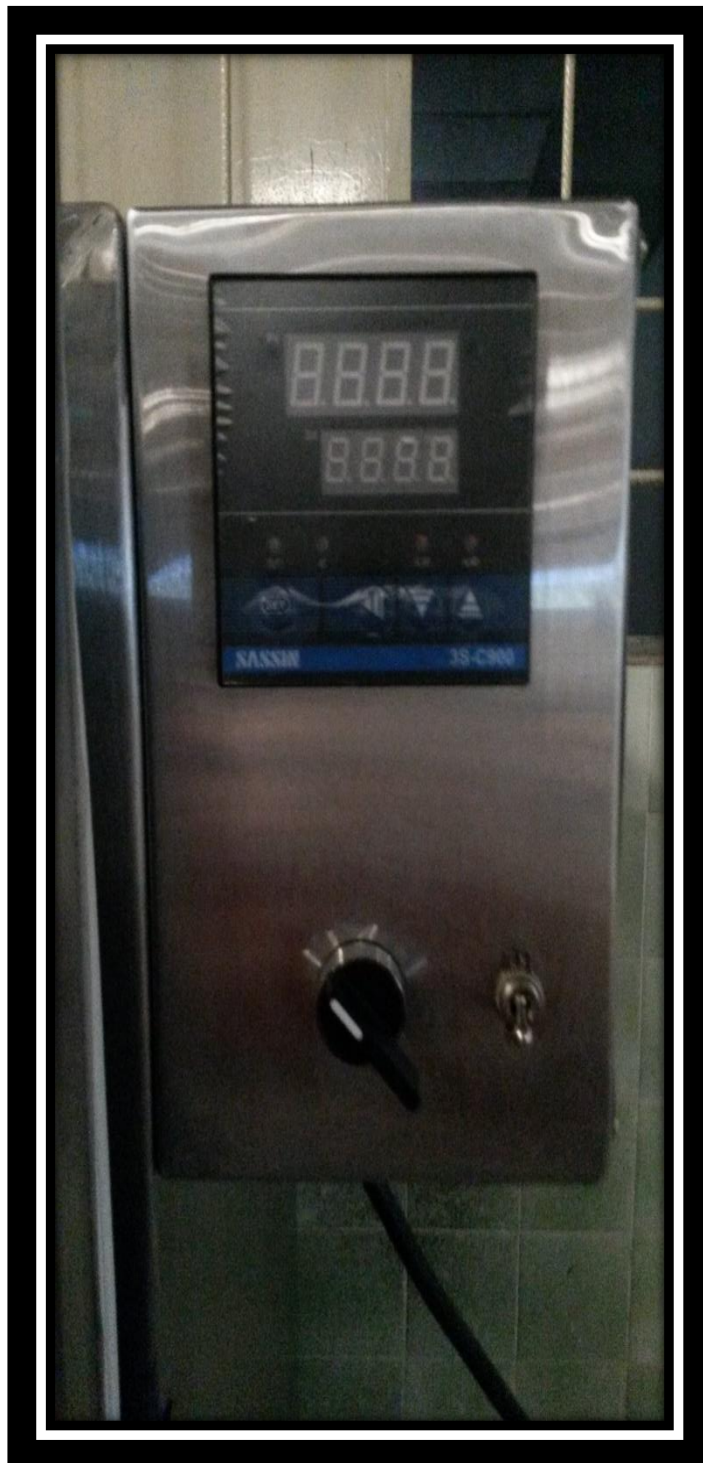
ANEXOS

Anexo 1. Descripción de los componentes del equipo.



- 1.VARILLAS DE COLGADO.
- 2.PANTALLA DE TEMPERATURA.
- 3.DIGITALIZADOR DE TEMPERATURA.
- 4.PERILLA DE ENCENDIDO.
- 5.PERILLA DE ENCENDIDO DE VENTILADOR.
- 6.SEGURO DE PUERTA.
- 7.RESISTENCIA TÉRMICA.
- 8.VENTILADOR.
- 9.PATAS DE SOPORTE

Anexo 2. Esquema del panel de control.



Anexo 3. Descripción de los materiales utilizados en la construcción del equipo.

AISI 304

El acero inoxidable tiene una gran resistencia al óxido. Soporta la corrosión de los ácidos más oxidantes y a menudo se utiliza en aplicaciones para la cocina y los alimentos. Sin embargo, es susceptible a la corrosión de soluciones cloradas (en especiales ambientes salinos con gran cantidad de cloruro de sodio). Los iones de cloruro pueden crear áreas localizadas de corrosión, llamado corrosión por picadura, que puede esparcirse debajo de las barreras protectoras de cromo y comprometer las estructuras internas. Soluciones con 25 ppm de cloruro de sodio puede empezar un efecto corrosivo. El grado 304 es la forma más común de acero inoxidable utilizada en el mundo.- Contiene entre 16 % y 24 % de cromo y hasta 35 % de níquel —así como otras pequeñas cantidades de carbón y manganeso. La forma más común de acero inoxidable es 18-8 o 18/8, que contiene 18 % de cromo y 8 % de níquel. Parte externa del equipo, sin dejar menos importante posee otro tipo de material de menor exigencia alimentaria.

AISI 316

El grado 316 es la segunda forma de acero inoxidable más común. Tiene casi las mismas propiedades físicas y mecánicas del acero inoxidable 304 y contiene una composición de materiales similar. La diferencia es que incorpora alrededor de 2 % a 3 % de molibdeno, que incrementa la resistencia a la corrosión —en particular contra el cloruro y otros solventes industriales. Un tipo alternativo del grado serie 300 puede tener hasta 7 % de molibdeno. El acero inoxidable 316 se utiliza por lo general en aplicaciones industriales que involucran procesar químicos, así como ambientes salinos, como regiones costeras y áreas al aire

libre donde las sales des congelantes son comunes. Debido a sus cualidades no reactivas, el acero inoxidable 316 se utiliza en la fabricación de instrumentos quirúrgicos médicos.